



TESIS - BM 185407

ANALISIS KETERLAMBATAN PROYEK FISCAL METERING DENGAN MENGGUNAKAN METODE FAULT TREE ANALYSIS PADA PT. XYZ

KUNTO WIBISONO
09211750026001

Dosen Pembimbing:
Ir. Ervina Ahyudanari , ME, PhD

Departemen Manajemen Teknologi
Fakultas Desain Kreatif Dan Bisnis Digital
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2021

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Manajemen Teknologi (M.MT)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Kunto Wibisono

NRP: 09211750026001

Tanggal Ujian: 8 Februari 2021

Periode Wisuda: Maret 2021

Disetujui oleh:

Pembimbing:

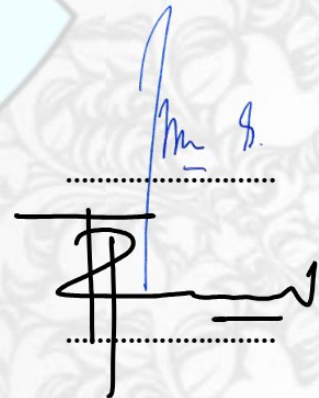
1. **Ir. Ervina Ahyudanari, ME, PhD**
NIP: 196902241995122001



.....

Penguji:

1. **Dr. Ir. Endah Angreni, MT**
NIP: -
2. **Tri Joko Wahyu Adi ST. MT. PhD**
NIP: 197404202002121003



.....

.....

Kepala Departemen Manajemen Teknologi
Fakultas Desain Kreatif Dan Bisnis Digital



Prof. Ir. I Nyoman Pujuawan, M.Eng, Ph.D, CSCP
NIP: 196912311994121076

Halaman ini Sengaja Dikosongkan

ANALISIS KETERLAMBATAN PROYEK FISCAL METERING DENGAN MENGGUNAKAN METODE FAULT TREE ANALYSIS PADA PT. XYZ

Mahasiswa Nama : Kunto Wibisono
Mahasiswa ID : 09211750026001
Pembimbing : Ir. Ervina Ahyudanari, ME, PhD

ABSTRAK

Salah satu barometer dari *sustainability refinery operation excellent* (SROE) yang telah diresmikan oleh pihak direktorat pengolahan adalah *focus* dengan pembangunan proyek *Fiscal metering system*, pembangunan fiscal metering system ini rencananya menghabiskan waktu 1 tahun 2 bulan, dimana aktivitas tersebut dimulai dari akhir bulan maret 2017 hingga berakhir pada bulan may tahun 2018, adapun keterlambatan selama 6 bulan dari perencanaan awal terjadi, adapun perubahan *schedule* menjadi Maret 2017 berakhir November 2018.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa faktor-faktor penyebab dan dampak keterlambatan pada pembangunan proyek *fiscal metering system* di PT XYZ dengan menggunakan metode *fault tree analysis* (FTA) dan *event tree analysis* (ETA). Metode ini digunakan untuk menganalisa keterlambatan proyek, mengidentifikasi sumber yang paling mempengaruhi keterlambatan proyek dan melakukan pencegahan pada proyek dengan cara menganalisa dampak apa saja yang bisa dikurangi dengan membuat mitigasi proyek. Metode penyusunan pohon kegagalan atau *logic tree* dengan menggunakan *focus group discussion* (FGD) serta event tree analysis (ETA) dan penentuan nilai probabilitas penyebab terjadinya keterlambatan atau basic event yang dilakukan menggunakan data sekunder dan observasi lapangan. Nilai Probabilitas dari keseluruhan keterlambatan pembangunan proyek *fiscal metering system* adalah sebesar 0,938. Dari hasil diagram *event tree analysis* (ETA)

Mitigasi resiko yang dilakukan pada tahap akhir proyek ini adalah dengan cara membuat daftar resiko yang berkenaan dengan keterlambatan proyek ini yaitu kendala pada keseluruhan aktivitas proyek, peralatan yang tidak sesuai, sumberdaya terbatas, tenaga kerja yang berkompeten, pengadaan material tidak sesuai spesifikasi, tidak adanya material dipasar lokal dan keahlian pekerja yang kurang memadai. Adapun keterlambatan ini akan berdampak pada pemberian denda sesuai dengan nilai yang telah diperhitungkan sebesar IDR 26.803.625.280 dengan 6 bulan keterlambatan. Pemberian sanksi administrasi pada kontraktor yaitu dengan melakukan *review* Kembali keikutsertaan dalam menangani proyek pada PT XYZ.

Kata kunci: *Fault tree Analysis* (FTA), *Event Tree Analysis* (ETA) *fiscal metering*, resiko keterlambatan proyek migas.

Halaman ini Sengaja Dikosongkan

ANALYSIS OF DELAY FISCAL METERING PROJECT USING FAULT TREE ANALYSIS METHOD IN PT. XYZ

Student Name : Kunto Wibisono
Student Identity Number : 09211750026001
Supervisor : Ir. Ervina Ahyudanari, ME, PhD

ABSTRACT

In connection with the sustainability refinery operation excellent (SROE) program that was inaugurated by the processing directorate, one of the barometers of its success is the focus on the development of the Fiscal metering system project, the development of this fiscal metering system is planned to take 1 year 2 months, where the activity starts at the end of the month. March 2017 until it ends in May 2018, there is a delay of 6 months from the initial planning, there is a change in schedule to March 2017 ending in November 2018.

This study aims to analyse the factors that cause and impact delays in the development of a fiscal metering system project at PT XYZ using the fault tree analysis (FTA) and event tree analysis (ETA) methods. From the two analyses, it is used to identify the causes of failure, analyse delays in the development of a fiscal metering system project, identify the sources that most influence the delay in the development of a fiscal metering system project and determine prevention on the project and analyse what impacts can be reduced by making project mitigation. The method of constructing a failure tree or logic tree using focus group discussion (FGD) and event tree analysis (ETA) and determining the probability value of the cause of the delay or basic event is carried out using secondary data and field observations. The probability value of the overall delay in the development of a fiscal metering system project is 0.938. From the results of the event tree analysis (ETA) diagram

In the final stage, the authors undertake risk mitigation efforts by listing the risks associated with previously identified project delays. This delay will have an impact on the provision of fines in accordance with the calculated value of IDR 26,803,625,280 with 6 months of delay. The administrative sanction is given to the contractor by reviewing their participation in handling projects at PT XYZ.

Keywords: Fault Tree Analysis (FTA), fiscal metering, risk of bridging oil and gas projects.

Halaman ini Sengaja Dikosongkan

KATA PENGANTAR

Rasa syukur yang penuh khidmat penulis panjatkan kepada Allah S.W.T yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya dalam memberikan kesempatan kepada Hamba nya untuk mendapatkan setitik ilmu-Nya, serta salam kepada manusia yang paling mulia dan sempurna dari sisi akhlak dan penghambaan yang menjadi inspirasi hidup penulis, Baginda Nabi Besar Muhammdas S.A.W, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul “**Analisis Keterlambatan Proyek Fiscal Metering Dengan Menggunakan Metode *Fault Tree Analysis* Pada PT. XYZ** ” yang merupakan syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Program Master (S2) Magister Manajemen Teknologi ITS. Selama pembuatan Tesis ini tentunya penulis mendapatkan banyak dukungan baik berupa dukungan fisik maupun moril yang telah diberikan. Adapun berbagai pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tesis ini antara lain adalah sebagai berikut:

1. Ibunda dan Adik tercinta penulis, Karinah yang memberikan curahan doa yang tiada henti hentinya.
2. Orang tua (mertua), terimakasih yang tak terlukiskan, karena dorongan doa dan lecutan semangat beliau.
3. Istri dan Anak Tercinta, yang selalu mensupport penulis dalam menyelesaikan Tesis ini dengan menanyakan progress Tesis dan diskusi kendala dalam penyelesaian Tesis ini. Semoga selalu bahagia dan menjadi manusia yang bermanfaat untuk sekitarnya.
4. Ibu Ervina, salah satu pemberian Allah S.W.T yang penulis syukuri, dipertemukan dengan seseorang yang hebat, sabar secara langsung dengan pengalaman beliau penulis diarahkan untuk menyelesaikan Tesis ini melalui penyelesaian Tesis ini sebagai pembimbing. Terima Kasih atas ilmu yang telah diberikan kepada penulis sejak awal perkuliahan pada mata kuliah “Manajemen Proyek” hingga akhir perkuliahan di MMT ITS dengan menjadi pembimbing. Insya Allah seluruh ilmu yang diberikan baik ilmu akademis dan ilmu kehidupan akan selalu penulis ingat selalu dalam kehidupan penulis.

5. Prof. Nyoman Pudjawan sebagai dosen wali, yang telah memberikan kenyamanan kepada mahasiswa MMT ITS untuk menimba ilmu di kampus dengan menciptakan lingkungan belajar yang baik serta mempermudah aktifitas mahasiswa dalam menyelesaikan perkuliahan.
6. Teman-teman seperjuangan, kelas MP-Eksekutif Surabaya, Pak Riza, Pak Edy, Pak Agung, Pak Yusuf, Mas Sharo, Mas Glenly, Mbak Esti dan Mbak Retta yang telah menemani penulis dalam menyelesaikan perkuliahan di MMT ITS selama 3 semester. seluruh kenangan dalam 1 tahun ini semoga menjadi memori yang tidak terlupakan dalam kehidupan penulis. Sukses selalu untuk teman-teman semua.
7. Teman-teman seperjuangan, kelas MP/SCM-kelas Jakarta, yang telah menemani penulis dalam menyelesaikan perkuliahan di MMT ITS selama 1 tahun.
8. Para kolega penulis di PT XYZ yang memberikan data yang sangat komprehensif, informasi yang akurat, pengalaman bertahun-tahun dalam kilang memberikan gambaran jelas mengenai hambatan-hambatan yang bisa dijadikan informasi penting.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas segala sumbangsih ilmu pengetahuan dan pengalaman dalam menyelesaikan Tesis ini.
10. Besar harapan penulis agar Tesis ini dapat bermanfaat dalam pemahaman keilmuan pengambilan keputusan. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam Tesis ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran pembaca agar dapat memperbaiki dan meneliti lebih lanjut akan ide-ide besar lainnya.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Batasan Masalah	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Metering <i>Station</i>	9
2.2 Komponen Peralatan <i>Fiscal Metering System</i>	9
2.3 Pembangunan Konstruksi <i>Fiscal Metering system Unit</i>	15
2.5 Keterlambatan Dalam Proyek	20
2.5.1 Penyebab Keterlambatan Proyek	21
2.6 Dampak Keterlambatan	23
2.7 Mengatasi Keterlambatan	25
2.8 Manajemen Resiko.....	26
2.8.1 Analisa Resiko Kualitatif.....	26
2.9 Fault Tree Analysis (FTA).....	27
2.9.1 Simbol <i>Fault Tree</i>	30
2.9.2 Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA)	31
2.9.3 <i>Event Tree Analysis</i> (ETA)	34
2.9.4 <i>Top Event</i>	36
2.10 Kelebihan Menggunakan <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA)	36

2.11 Teori Probabilitas.....	37
2.12 Frekuensi Relatif Pada Probabilitas	37
2.13 Penelitian Terdahulu	38
2.14 Posisi Penelitian.....	44
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Teknik Pengumpulan Data.....	45
3.2 Diagram Sistematis Penelitian	47
3.3 Alur Penelitian	46
3.4 Disain dan Strategis Penelitian	47
3.5 Proses Penelitian	48
3.6 Profil Responden.....	54
3.7 Identifikasi Data <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA).....	59
3.8 Identifikasi Data <i>Event Tree Analysis</i> (ETA)	61
3.9 Analisa Tingkat Resiko.....	68
3.10 Konsekuensi <i>Event Tree Analysis</i> Pada Risk Matrix.....	68
3.11 Rencana Mitigasi	71
BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pengumpulan Data.....	73
4.2 Pengolahan Data	75
4.3 Hasil Survey Pendahuluan	76
4.4 Identifikasi <i>Object Fault Tree Analysis</i> (FTA)	78
4.5 Menentukan <i>Top Event</i>	78
4.5.1 Menentukan Cakupan FTA.....	79
4.5.2 Mengkonstruksi FTA atau <i>Logic Tree</i>	80
4.6 Evaluasi Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Pembangunan fiscal metering system dengan menggunakan metode Fault tree analysis (FTA)	80
4.6.1 Proses Produksi Terhambat	83
4.6.2 Manajemen System Yang Kurang Baik.....	97
4.7 Menentukan <i>Basic Event</i>	101
4.7.1 Kombinasi <i>Basic Event</i>	104

4.8 Evaluasi Faktor Akibat Keterlambatan Proyek Pembangunan Fiscal	
Metering System dengan Metode Event Tree Analysis (ETA)	116
4.9 Identifikasi <i>Risk Event</i> , <i>Likelihood</i> dan <i>Consequences</i>	124
4.9.1 Evaluasi Resiko	127
4.9.2 Peta Resiko	127
4.10 Mitigasi Resiko	130
4.11 Implikasi Manajerial	138
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	139
5.2 Saran	140
DAFTAR PUSTAKA	141
LAMPIRAN.....	147

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Lokasi PT XYZ Dengan Terminal X, Balikpapan	3
Gambar 2.1 Profil Aliran pada <i>Flowmeter</i>	10
Gambar 2.2 Differential Pressure transmitter The EJA-E series of transmitters is Yokogawa	11
Gambar 2.1 <i>Pressure transmitter</i> The EJA-E series of transmitters is Yokogawa	12
Gambar 2.4 <i>Temperature Transmitter</i> The YTA610 series of transmitters is Yokogawa	13
Gambar 2.5 <i>Flow Computer</i> (Sumber : emerson.S600)	13
Gambar 2.6 HMI (<i>Human Machine Interface</i>)	14
Gambar 2.7 <i>Schematic Fiscal Metering System</i>	15
Gambar 2.8 Tahapan Kegiatan Proyek	18
Gambar 2.9 Flow Diagram Pembangunan <i>Skid Metering</i>	19
Gambar 2.10 <i>Skid Metering Sistem</i> (PT. XYZ)	20
Gambar 2.11 Hubungan tahapan dalam melakukan <i>Fault tree Analysis</i> (Stamatelatos & Vesely, 2002)	29
Gambar 2.13 Metode <i>Analysis</i> Pembuatan FTA	31
Gambar 2.14 Tahap <i>event tree analysis</i> (ETA)	35
Gambar 2.15 <i>Event tree analysis</i> (ETA) Diagram (Clifton, 2005).....	36
Gambar 2.16 Hubungan dan Posisi Penelitian Terdahulu dengan Penelitian ini dalam topik keterlambatan Proyek	44
Gambar 3.1 Diagram <i>Input Output</i>	46
Gambar 3.2 Kerangka Penelitian	47
Gambar 3.3 Diagram Responden	57
Gambar 3.4 Hasil Wawancara <i>Top Event</i> Pendahuluan	63
Gambar 4.1 Proyek Pembangunan <i>Fiscal Metering System</i>	75
Gambar 4.2 Diagram Responden	78
Gambar 4.3 Diagram FTA Proyek Pembangunan <i>Fiscal Metering System</i> yang mengalami keterlambatan	82

Gambar 4.4 Faktor-Faktor Durasi Pengadaan Material yang Lama	83
Gambar 4.5 Faktor-Faktor Fasilitas Peralatan Kurang Memadai	85
Gambar 4.6 Faktor-Faktor Kondisi Lingkungan Kurang Baik	87
Gambar 4.7 Faktor-Faktor Keterbatasan Pekerja.....	89
Gambar 4.8 Faktor-Faktor Disain mengalami perubahan.....	90
Gambar 4.9 Faktor-Faktor Produktifitas Pekerja Kurang Baik	94
Gambar 4.10 Faktor-Faktor Serah terima proyek	96
Gambar 4.11 Faktor-Faktor Kontrol Manajemen Kurang Efektif	98
Gambar 4.12 Faktor-Faktor Kurangnya koordinasi Lapangan	99
Gambar 4.13 Faktor-Faktor Schedule Rencana Awal Proyek Tidak terlaksana Dengan Baik	101
Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Probabilitas	99
Gambar 4.15 Diagram ETA akibat Proyek pembangunan Fiscal Metering System	117

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 List Proyek Metering	5
Tabel 2.1 Simbol-simbol fault tree (Koceioglu, 1991)	30
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu	42
Tabel 3.1 Survey Pendahuluan	49
Tabel 3.2 Data Responded	55
Tabel 3.3 Hasil Identifikasi berdasarkan Kuisisioner	58
Tabel 3.4 Hasil Pivotal activities	62
Tabel 3.5 Tabel Pivotal event Dana Pembangunan Proyek	64
Tabel 3.6 Tabel Pivotal event Proses Pengadaan Material	64
Tabel 3.7 Tabel Pivotal event Jumlah Pekerja Tercukupi	65
Tabel 3.8 Tabel Pivotal event Jumlah Peralatan	65
Tabel 3.9 Tabel Pivotal event Evaluasi Produksi Terlaksana	66
Tabel 3.10 Risk Matrix	67
Tabel 3.11 Frequency Index.....	69
Tabel 3.12 Frequency Index Untuk Risk Matrix	69
Tabel 3.13 Severity Index Untuk Risk Matrix	72
Tabel 3.14 Daftar Ancaman Pada FTA	71
Tabel 3.15 Daftar Macam-Macam Konsekuensi Pada ETA.....	71
Tabel 4.1 Aktivitas utama dari proyek pembangunan fiscal metering system ...	74
Tabel 4.2 Standard pembobotan pekerjaan proyek pembangunan fiscal metering	75
Tabel 4.3 Standard Pembobotan pekerjaan proyek pembangunan fiscal metering	75
Tabel 4.4 Data Responden	77
Tabel 4.5 Diagram Responded	78
Tabel 4.6 Hasil survey Pendahuluan	79
Tabel 4.7 Top Event	78
Tabel 4.8 Menentukan basic event dari FTA	103
Tabel 4.9 Kriteria Rating Probabilitas	104

Tabel 4.10 Probabilitas basic event	105
Tabel 4.11 Minimal cut set pada proses produksi	110
Tabel 4.12 Minimal Cut Set pada Manajemen kurang baik	111
Tabel 4.13 Kriteria Rating konsekuensi	114
Tabel 4.14 Probabilitas dan Konsekuensi pada Initiating Event	115
Tabel 4.15a Hasil Perhitungan Pivotal	124
Tabel 4.15 Deskripsi Resiko pada proyek pembangunan Fiscal metering system	125
Tabel 4.16 Risk Matrix	129
Tabel 4.17 Hasil Resiko keterlambatan proyek pembangunan Fiscal emtering systemOutput Risk Matrix	124
Tabel 4.18 Hasil Output Risk Matrix	130
Tabel 4.19 Daftar Mitigasi Resiko Pada Keterlambatan Proyek fiscal metering system	131

Halaman ini Sengaja Dikosongkan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Blok Terminal X Balikpapan merupakan salah satu unit bisnis Direktorat Pengolahan yang produknya disalurkan ke Kawasan Indonesia Timur dan beberapa produk disalurkan ke Indonesia bagian barat serta sisanya diekspor. Sejak pertama kali dibangun terminal X telah mengalami beberapa kali perbaikan, guna meningkatkan margin dan kapasitas produksi. Produk produk yang sesuai dengan *service level agreement (SLA)* meliputi bahan bakar minyak/BBM (premium, Kerosine, Solar, Pertadex dan Pertamina), non-bahan bakar minyak (NBBM) yang terdiri dari *smooth fluid 05* dan *LPG*. *Service level agreement (SLA)* merupakan sebuah perjanjian yang digunakan untuk meningkatkan layanan terhadap konsumen sesuai dengan produk yang dihasilkan hal ini terkait dengan pasokan kebutuhan dalam negeri khususnya wilayah Indonesia bagian barat.

Saat ini PT.XYZ merupakan perusahaan milik negara yang bergerak di sektor energi termasuk minyak dan gas atau energi terbarukan. PT. XYZ melakukan kegiatan usahanya berdasarkan prinsip - prinsip tata kelola perusahaan yang baik agar mampu bersaing dengan perusahaan energi global. Selain meningkatkan kualitas PT. XYZ juga dituntut untuk menciptakan citra dan reputasi yang baik sebagai Badan usaha milik negara yang bergerak disektor energi. PT.XYZ sebagai satu satunya perusahaan milik negara yang bertugas melaksanakan pelayanan, pengelolaan, memproduksi dan mendistribusikan kepada masyarakat sesuai dengan amanat undang undang nomor 8 tahun 1971.

Beberapa hal yang sangat melatarbelakangi pembangunan proyek ini dimana adanya peningkatan *demand* produk Bahan Bakar Khusus yang selama ini diproduksi oleh PT. XYZ yaitu Pertamina, Paltalite dan Pertamina Dex serta produk bahan bakar (BBK) lain Dexlite yang berpotensi akan diproduksi dikilang PT. XYZ. Produk-produk tersebut menjadi substitusi produk-produk regular Premium

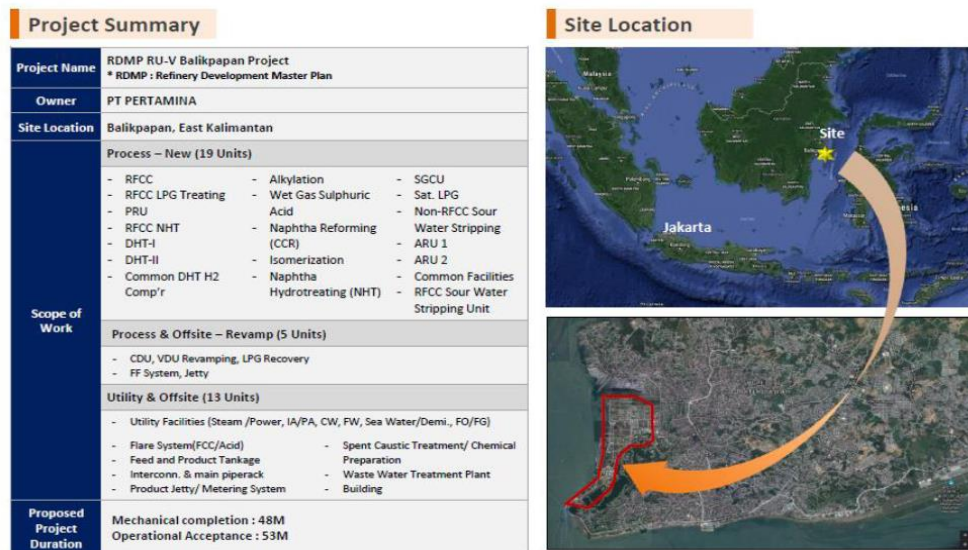
dan Solar. Saat ini produk-produk tersebut terbatas dilayani liftingnya di jetty PT XYZ pada jetty 4/5 (Pertamax, Peralite) dan jetty 5 (Pertamina Dex) dan transaksi tidak menggunakan Metering System.

Adanya peningkatan kebutuhan *domestic* bahan bakar dan upaya untuk mencapai ketahanan energi dalam negeri maka Indonesia membutuhkan pertumbuhan industri kilang minyak dalam negeri. Pada saat ini kemampuan Indonesia dalam memenuhi kebutuhan produk energi sangat rendah. Beberapa tahun kebelakang kebutuhan energi yang diserap hanya selama 48 hari pada tahun 2013 dan diperkirakan akan turun menjadi 38 hari pada tahun 2025. Hal ini jika dibiarkan berpotensi menjadi ancaman ketahanan energi.

Tingginya permintaan pasar terhadap *supply* bahan bakar ke Indonesia Timur menyebabkan PT. XYZ merespon dengan cepat pembangunan proyek *Fiscal Metering System*. Hal ini seiring dengan pembangunan proyek strategis nasional yang dikembangkan oleh pemerintah. Percepatan pembangunan ini diharapkan dapat membantu memperlancar pasokan bahan bakar ke masyarakat sehingga dapat membantu berjalannya perekonomian yang ada.

PT. XYZ melalui Rencana Induk Pengembangan Kilang *Refinery Development Master Plan* (RDMP) berencana untuk meningkatkan kilang pada terminal X Balikpapan yang ada dengan meningkatkan kapasitas yang ada dari 260 MBSD (*Million Barrel Stream Day*) menjadi 360 MBSD hal ini dimaksudkan untuk menghasilkan produk bahan bakar berkualitas tinggi dan untuk memenuhi permintaan bahan bakar Indonesia yang semakin meningkat. Semua minyak mentah yang diproses di kilang Balikpapan diterima di terminal Lawe-Lawe. Dari terminal Lawe-Lawe ini rencananya akan diberikan fasilitas baru seperti fasilitas bongkar muat dari kapal tanker, tangki penyimpanan minyak mentah, unit utilisasi dan jalur transfer minyak mentah ke kilang Terminal X Balikpapan.

Gambar 1.1 di bawah ini merupakan lokasi dari PT. XYZ dengan terminal X Balikpapan, di mana saat ini akan dibangun beberapa unit proses baru seperti kompleks RFCC, Fiscal metering unit, pembangkit Hydrotreating, unit Isomerisasi, unit Alkilasi, unit reformasi Naphtha dan lain-lain.



Gambar 1.1 Peta Lokasi PT. XYZ dengan Terminal X, Balikpapan

Dalam menyusun perencanaan yang cermat dan tepat sesuai dengan kondisi keadaan lapangan maka diharapkan proyek dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Beberapa aktivitas proyek yang meliputi penjadwalan, pembagian waktu untuk seluruh kegiatan proyek (Render dan Heizer, 2001). Dengan aktivitas penjadwalan proyek yang sistematis dan terkoordinir antara elemen - elemen yang terlibat di dalamnya maka dapat dihindari masalah - masalah yang dapat merugikan proyek (Handoko, 2000).

Beberapa proyek pembangunan konstruksi di fasilitas PT XYZ terutama untuk pembangunan proyek *Fiscal Metering system* berdasarkan data *performance* ketepatan waktu penyelesaian mengalami penurunan waktu dalam penyelesaiannya pada setiap tahunnya dimana dari 85% pada tahun 2015 menjadi 64% pada tahun 2017 dan 52% pada tahun 2018. Oleh sebab itu maka diperlukan sebuah metode analisis untuk mengetahui penyebab yang dapat memberikan dampak yang signifikan terhadap keterlambatan proyek. Beberapa hal yang menjadi penyebab penurunan *performance* dalam pengerjaan proyek adalah *engineering design* yang berlarut larut dimana *assessment* terhadap kondisi lapangan banyak kendala, konstruksi yang sering terkendala dengan perijinan internal dikarenakan kontraktor yang terlambat mengajukan ijin pekerjaan. Dengan dasar penurunan *performance*

ini penelitian dijalankan sehingga kemungkinan keterlambatan dapat diantisipasi dikemudian hari.

Dalam pelaksanaannya, penurunan performance pada PT. XYZ ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain :

- a. Faktor *Engineering*, dimana keterlambatan disain engineering merupakan salah satu menjadi penyebab keterlambatan proyek, aktivitas keterlambatan yang sering terjadi adalah disain *engineering* yang sering berubah ubah, permintaan dipertengahan disain *engineering* kerap kali diminta oleh *operation/maintenance team* hal ini terkadang menjadi dampak yang sangat signifikan sehingga harus merubah disain *engineering*.
- b. Faktor *Procurement*/Pengadaan, memberikan kontribusi besar terhadap jalannya proyek, lainnya penerbitan PO, *routing approval* untuk penyetujuan mengeluarkan anggaran memakan waktu yang lama.
- c. Faktor konstruksi. Konstruksi merupakan aktivitas proyek yang dapat mempengaruhi keterlambatan. Hal ini terjadi dikarenakan beberapa hal seperti kualitas peralatan yang digunakan, keterlambatan pengiriman peralatan ke lokasi, mobilisasi material ke lokasi, koordinasi antar lini pada proyek yang sedang dikerjakan, keterbatasan tenaga kerja, *shortage material* sehingga sulit dicari dipasaran, dan lain-lain.

Aspek-aspek inilah yang akan dikembangkan bersama-sama team *expert forum group discussion* (FGD) dalam mengemukakan permasalahan mengenai keterlambatan proyek yang ada pada PT.XYZ. Dengan meng analisa penyebab keterlambatan proyek ini diharapkan dapat menaikkan *gain value* terhadap perekonomian secara nasional, pembangunan dan peningkatan kapasitas kilang merupakan solusi yang dilakukan pemerintah saat ini, Guna untuk menekan defisit neraca perdagangan Indonesia.

Saat ini fasilitas metering yang akan dibangun oleh PT. XYZ sejumlah 29 unit. Pada tabel 1.1 menunjukkan bahwa fasilitas-fasilitas metering yang akan dibangun merupakan fasilitas pengukuran vital perlu adanya keseriusan dalam pengerjaanya serta kontraktor yang mengerjakan merupakan kontraktor yang sudah memiliki sertifikasi MIGAS. Adapun langkah-langkah dalam pembangunan

fasilitas *fiscal metering system* yakni *engineering (pre-design dan design engineering)*, *procurement* dan *construction*.

Keterlambatan proyek *fiscal metering* ini disebabkan oleh beberapa faktor mulai dari disain *engineering* yang tidak sesuai yang diharapkan, phase *procurement* atau pengadaan material yang terlambat dari jadwal yang telah ditentukan sehingga akan terjadi mundurnya *schedule* proyek yang telah disepakati sebelumnya dan phase konstruksi. Penulis mengidentifikasi hal ini sebagai masalah yang menghambat dan dapat memperlambat pengerjaan proyek yang sedang dilaksanakan, Adapun dalam pelaksanaannya *metering* tersebut mengalami keterlambatan.

Tabel 1.1 List Proyek *Metering*

No	Metering House	Tag Number	Service	Flowmeter				Prover dan Master Meter Type	Remarks	SOW
				Size (inch)	Type	Rated Flow (m ³ /hr)	Modification			
1	Metering House (1,2,3)	FQIT-1211	Diesel	10"	Turbine	1500	Rekonfiguration of Premium to Diesel	Bi-Directional	Existing Prover	ABI
2		FQIT-1221	Avtur	10"	Turbine	800	Rekonfiguration of Kerosene to Avtur			CONTRACTOR
3		FQIT01241	Diesel	10"	Turbine	1500	-			ABI
4		FQIT-1231	Avtur	8"	Turbine	800	-			ABI
5		TBA	Premium	TBA	TBA	1500	-	TBA	New Prover	ABI
6		TBA	Pertaseries	TBA	TBA	1500	-			ABI
1	Metering House (4,5)	FQIT-4511	Avtur	8"	Turbine	800	Rekonfiguration of Diesel to Avtur	Bi-Directional	Existing Prover	CONTRACTOR
2		FQIT-4541	Diesel	10"	Turbine	1500	Rekonfiguration of Premium to Diesel			ABI
3		FQIT-4531	Diesel	10"	Turbine	1500	Rekonfiguration of Premium to Diesel			CONTRACTOR
4		TBA (MS-323-03)	Dexseries	TBA	TBA	1500	New Metering			ABI
5		FQIT-4521	Avtur	8"	Turbine	800	-	Master Meter	Existing Prover	ABI
6		FQIT-4571	LSWR A	16"	Displacement	N/A	-	Bi-Directional	Existing Prover	ABI
7		FQIT-4572	LSWR B	16"	Displacement	N/A	-			ABI
8		TBA	Premium	TBA	TBA	1500	New Metering	TBA	New Prover	ABI
9		TBA	Pertaseries	TBA	TBA	1500	New Metering			ABI
1	Metering House 5ABC	FQIT-518 A	Premium A	8"	Turbine	1500	Replace 8" to 10"	TBA	New Prover	CONTRACTOR
2		FQIT-518 B	Premium B	8"	Turbine	1500	Replace 8" to 10"			CONTRACTOR
3		FQIT-660A	Naphta A	8"	Turbine	N/A	-			ABI
4		FQIT-660B	Naphta B	8"	Turbine	N/A	-			ABI
5		FQIT-855A	Diesel A	8"	Turbine	1500	Replace 8" to 10"	Bi-Directional	Existing Prover	CONTRACTOR
6		FQIT-855B	Diesel B	8"	Turbine	1500	Replace 8" to 10"			CONTRACTOR
7		TBA (MS-323-02)	Diesel	TBA	TBA	1500	New Metering			ABI
8		FQIT-581	Kerosene	8"	Turbine	N/A	-			ABI
9		MS-323-07A/B	LPG	8"	Turbine/Coriolis/DP	250	New Metering	Small Volume	New Prover	CONTRACTOR
10		MS-323-01A/B	Propylene	8"	Turbine/Coriolis/DP	250	New Metering	Small Volume	New Prover	CONTRACTOR
11		MS-323-04A/B	Gasoline	18"	Turbine/Coriolis/DP	1500	New Metering	Small Volume	New Prover	CONTRACTOR
12		FQIT-781A/B	LPG	4"	Turbine	250	-	Small Volume	Existing Prover	ABI
1	New Tanjung Batu Metering House	MS-323-05	Gasoline	18"	Turbine/Coriolis/DP	1100	New Metering	Small Volume	New Prover	CONTRACTOR
2		MS-323-06	Diesel	18"	Turbine/Coriolis/DP	1100	New Metering	Small Volume	New Prover	CONTRACTOR

Saat ini pembangunan pekerjaan pelaksanaan *fiscal metering system* ini mengalami keterlambatan dalam pelaksanaannya, maka dari itu saat ini penulis melakukan penelitian terhadap keterlambatan proyek tersebut. Metode yang digunakan untuk menganalisis masalah keterlambatan pembangunan proyek *fiscal metering system* ini menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA). Metode FTA

ini digunakan untuk menganalisa kegagalan yang terjadi pada sebuah system termasuk menganalisa keterlambatan pada suatu proyek. Pemilihan menggunakan metode *fault tree analysis* (FTA) ini digunakan, karena metode ini lebih mudah menjelaskan semua perbedaan interaksi dalam penyebab terjadinya keterlambatan proyek, penyebab dasar yang logis sangat mudah dimengerti dalam menggambarkan keterlambatan proyek ini serta dapat membuat tindakan pencegahan yang tepat untuk mengeleminir penyebab mendasar sehingga kerugian yang sama tidak akan muncul kembali pemberian sangsi yang tegas berupa sangsi admistrasi maupun sangsi keikutsertaan kontraktor dalam proyek sejenis dipertimbangkan, hal ini dikarenakan adanya pengurangan point dari berbagai aspek setelah dilakukannya audit terkait dengan proyek menyeluruh.

Dengan mengetahui penyebab penyebab kegagalan dengan menggunakan metode FTA ini selanjutnya menganalisa dampak dari kegagalan kegagalan yang dapat terjadi dengan menggunakan FTA. Metode ini berguna untuk menganalisa dengan menampilkan konsekuensi dari kejadian dengan di ikuti melalui serangkaian-serangkaian ‘kemungkinan’ yang diajukan. Analisis dilakukan dengan mempertimbangkan sebuah kejadian awal dan kemudian mencari kejadian-kejadian lain yang dapat timbul dari dasar system. Setelah diketahui faktor penyebab dan dampak keterlambatan maka langkah selanjutnya merupakan upaya pencegahan untuk mengurangi keterlambatan pembangunan *Fiscal metering* ini.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Apa saja faktor yang menyebabkan keterlambatan pada proyek pembangunan *fiscal metering*
2. Apa saja dampak yang akan terjadi apabila keterlambatan pada proyek pembangunan *Fiscal metering* ini terjadi
3. Bagaimana upaya mencegah terjadinya keterlambatan dan mengurangi dampak buruk terhadap keterlambatan pembangunan *fiscal metering* dengan berdasar metode *Fault Tree analysis*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengidentifikasi faktor-faktor utama beserta dengan turunannya yang menyebabkan keterlambatan pada proyek pembangunan *fiscal metering* menggunakan metode *Fault tree analysis*.
2. Untuk mengetahui dampak buruk yang terjadi dari keterlambatan pembangunan proyek *fiscal metering*, hal ini menggunakan metode *Fault Tree Analysis*.
3. Untuk mengetahui cara pencegahan dari faktor - faktor keterlambatan dan pengurangan dampak keterlambatan proyek pembangunan proyek *Fiscal metering* dengan menggunakan *Fault tree Analysis*.

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini maka manfaat yang diperoleh adalah:

1. Bagi pengembangan ilmu pengetahuan
Penelitian ini diharapkan mampu menambah khasanah kajian ilmu manajemen proyek desain yaitu dengan mengeksplorasi faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya keterlambatan pada pembangunan proyek dengan menggunakan metode *fault tree analisis* (FTA).
2. Bagi pihak manajerial perusahaan
Dengan ditemukannya faktor-faktor serta metode Analisa keterlambatan pengerjaan proyek diharapkan kedepannya perusahaan dapat membuat rencana-rencana terukur dengan meminimalisir keterlambatan pada proyek serupa.

1.5 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan pada tujuan penelitian ini, maka penulis membatasi ruang lingkup permasalahan tesis ini pada :

1. Metode untuk mencari faktor-faktor penyebab keterlambatan proyek adalah dengan menggunakan metode *Fault tree analysis* (FTA) dan scenario dampak dari keterlambatan proyek adalah *Event Tree Analysis*

(ETA) serta mencari mitigasi resiko pada keterlambatan Proyek pembangunan *Fiscal Metering System*.

2. Responden dalam penelitian ini adalah individu-individu yang berpengalaman sebagai pelaksana proyek *fiscal metering*.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Metering Station

Metering station merupakan suatu stasiun pemipaan yang didisain untuk menganalisa kualitas dan kuantitas dari oil ataupun gas yang dialirkan didalam pipa secara terus menerus dan simultan. *Fiscal Metering station* terhubung dengan beberapa peralatan dan keseluruhan operasinya dapat dimonitor secara online. Suatu *fiscal metering system* yang utuh terdapat beberapa peralatan pengukuran di dalamnya dimana hal ini terdapat beberapa bagian seperti peralatan sensor tekanan, suhu, pengukur laju aliran. Sensor - sensor tersebut terpasang terintegrasi dengan *system computer* yang di sebut dengan *flow computer* dan *flow computer* ini dapat dipergunakan oleh operator untuk pengukuran yang ada dalam suatu *fiscal metering system*. Selain itu metering dapat dilengkapi dengan berbagai peralatan yang dibutuhkan sesuai dengan proses jual beli gas atau pun oil. *Fiscal metering* ini harus di disain sesuai dengan *standard internasional* dimana pola yang didisain adalah pola N+1 dimana N merupakan minimum stream 1 unit, sedangkan 1 merupakan nilai dari jumlah minimum *fiscal metering* cadangan yang digunakan sebagai *backup* dan pembanding dari *fiscal metering* yang lain, hal ini mengacu pada ketentuan industri migas serta dan peraturan dari menteri sumberdaya energi dan mineral mengenai *fiscal transfer meter*.

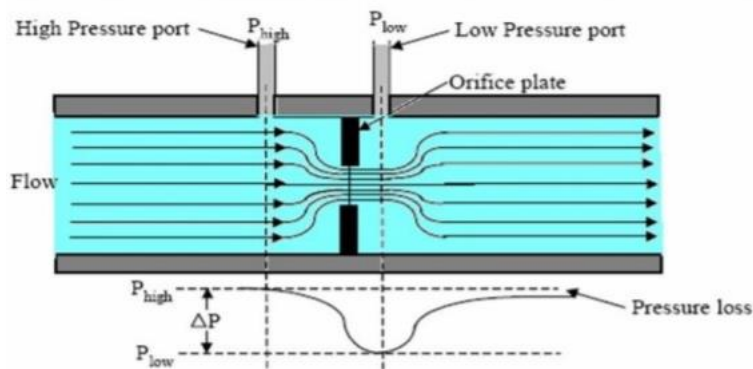
2.2 Komponen Peralatan Fiscal Metering System

Komponen - komponen peralatan yang ada di dalam *Fiscal Metering system* yang di pakai dalam pengukuran adalah sebagai berikut:

1. Flow Meter

Flowmeter adalah peralatan yang digunakan untuk mengukur aliran fluida dan menimbulkan *pressure drop*, pengukuran laju alir (*flow rate*) di dapat dari perbedaan tekanan karena adanya *pressure drop* tersebut. Metode pengukuran ini di sebut *inferential flow rate meter* dimana *flow meter* tidak langsung mengukur jumlah fluida, namun mengukur parameter – parameter yang ada kemudian di

konversi menjadi laju aliran fluida. Dengan adanya tekanan pada pengecilan (*throttle pressure*) sehingga menyebabkan kecepatan fluida melalui *flowmeter* tersebut berkurang. Pada mulanya aliran fluida baik itu gas ataupun oil yang melewati pipa ukur kemudian melewati *straithening vanes* ini berfungsi membuat putaran aliran di dalam pipa lebih beraturan yang kemudian menyebabkan aliran tersebut mempunyai perbedaan tekanan aliran sebelum melewati flowmeter. Pada gambar 2.1 di bawah ini merupakan profil laju aliran pada flowmeter, dimana *pressure inlet* dari pipa akan di cekik dengan melewati lubang dari *orifice plate* sehingga laju aliran nya terkontrol sesuai dengan yang di harapkan.



Gambar 2.1 Profil Aliran pada *Flowmeter*

2. Intrumentasi pengukuran

Dalam suatu *custody meter transfer* memiliki instrumentai pengukuran dimana instrument pengukuran ini digunakan untuk mengukur laju aliran suatu fluida (fluida ini dapat berupa liquid ataupun gas) yang dilewati di dalamnya.

a. *Diferential pressure Transmitter*

DPT atau *differential pressure transmitter* merupakan peralatan yang di gunakan untuk mengukur perbedaan tekanan yang terjadi pada bagian *upstream* (hulu) dan *downstream* (hilir) di mana hal ini di hubungkan dengan masing masing membrane yang selanjut nya di hubungkan dengan perlaatan elektronik yaitu amplifier dan kemudian di konversikan dari pengukuran besaran fisis menjadi sinyal yang 4 – 20mA DC. Terdapat Zero dan Span untuk mengendalikan (baik

menambah ataupun mengurangi nilai seperti gambar 2.3 di bawah ini. Jika mengalami perubahan besaran angka yang dibandingkan dengan hasil besaran listrik yang dikeluarkan oleh suatu alat kalibrasi, fasilitas mengubah range pengukuran oleh alat kalibrasi dengan mendapatkan nilai yang lebih tinggi atau yang lebih rendah, namun hal ini tidak boleh melebihi batasan range yang telah ditentukan oleh manufacturer yang tertera pada peralatan tersebut.



Gambar 2.2 *Differential Pressure transmitter*

The EJA-E series of transmitters is Yokogawa

b. *Pressure Transmitter*

Pressure transmitter merupakan alat yang digunakan untuk mengukur tekanan laju aliran baik berupa tekanan gas ataupun liquid, di mana hal ini di hubungkan dengan masing masing membrane yang selanjut nya dihubungkan dengan perlaatan elektronik yaitu amplifier dan kemudian dikonversikan dari pengukuran besaran fisis menjadi sinyal yang 4 – 20mA DC, seperti gambar 2.3 di bawah ini. Terdapat *Zero* dan *Span* untuk mengendalikan (baik menambah ataupun mengurangi nilai). Jika mengalami perubahan besaran angka yang di bandingkan dengan hasil besaran listrik yang dikeluarkan oleh suatu alat kalibrasi, fasilitas mengubah range pengukuran oleh alat kalibrasi dengan mendapatkan nilai yang lebih tinggi atau yang lebih rendah, namun hal ini tidak boleh melebihi batasan range yang telah ditentukan oleh manufacturer yang tertera pada peralatan tersebut.



Gambar 2.3 *Pressure transmitter*

The EJA-E series of transmitters is Yokogawa

c. *Temperature Transmitter*

Temperature transmitter merupakan alat yang digunakan untuk mengukur temperature gas atau liquid secara fisis dengan system menggunakan *Resistance temperature Detector* (RTD) probe dan di hubungkan dengan perlaatan elektronik yaitu amplifier dan kemudian dikonversikan dari pengukuran besaran fisis menjadi sinyal yang 4 – 20mA DC, seperti gambar 2.4 di bawah ini. Terdapat *Zero* dan *Span* untuk mengendalikan (baik menambah ataupun mengurangi nilai). Jika mengalami perubahan besaran angka yang dibandingkan dengan hasil besaran listrik yang dikeluarkan oleh suatu alat kalibrasi, fasilitas mengubah range pengukuran oleh alat kalibrasi dengan mendapatkan nilai yang lebih tinggi atau yang lebih rendah. Namun hal ini tidak boleh melebihi batasan *range* yang telah ditentukan oleh *manufacturer* yang tertera pada peralatan tersebut.



Gambar 2.4 Temperature Transmitter
The YTA610 series of transmitters is Yokogawa

d. *Flow Computer*

Flow computer adalah komponen akhir dari *system flow meter* yang bekerja sebagai pengolah/perhitungan parameter yang di deteksi oleh *transmitter* dari *flow* menjadi *flow rate*, *flow computer* merupakan system komputerise yang digunakan sebagai alat perhitungan *flow rate* dari suatu fluida yang melewati *custody meter*, seperti gambar 2.5 di bawah ini.



Gambar 2.5 *Flow Computer*
(Sumber : Emerson.S600)

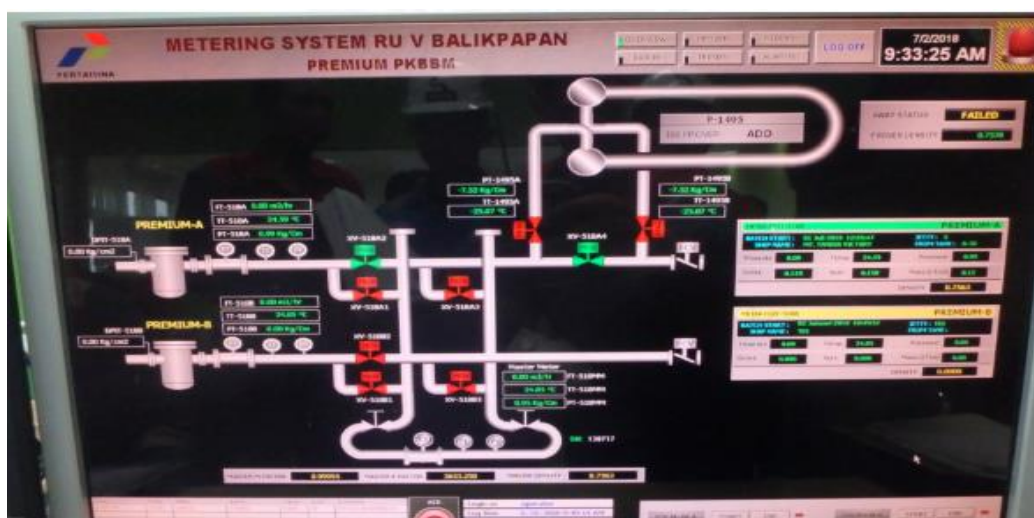
e. ***Human Machine Interface (HMI)***

HMI merupakan suatu tampilan atau penghubung antara manusia (operator) dengan mesin, dimana HMI merupakan user dari *system control* produksi dalam suatu industri. Beberapa fungsi yang dirancang dalam HMI adalah sebagai berikut:

- Memonitor/mengatur *value* parameter yang ada d plant.
- Memberikan signal tanda peringatan dengan menggunakan alarm
- Memonitor keadaan yang ada diplant
- Menampilkan pola kejadian yang ada diplant baik secara *real time* ataupun secara *historical*

HMI dapat memvisualisasikan kejadian, peristiwa ataupun proses yang sedang terjadi di plant secara nyata sehingga dengan HMI ini operator lebih bisa melakukan tindakan yang diperlukan untuk mematikan plant jika di perlukan. Dalam perkembangannya HMI digunakan untuk melihat nilai dari *flow meter*. pengaplikasian HMI ini untuk *flow meter* menggunakan software WW (Wonder Ware) *intouch* detail HMI untuk gas *Fiscal metering system*.

Gambar 2.6 merupakan HMI (*Human Mechine Interface*), dimana hal ini merupakan re-preentasi dari *Fiscal Metering System* pada PT XYZ yang berada di lapangan dan dapat di control oleh operator secara real time.

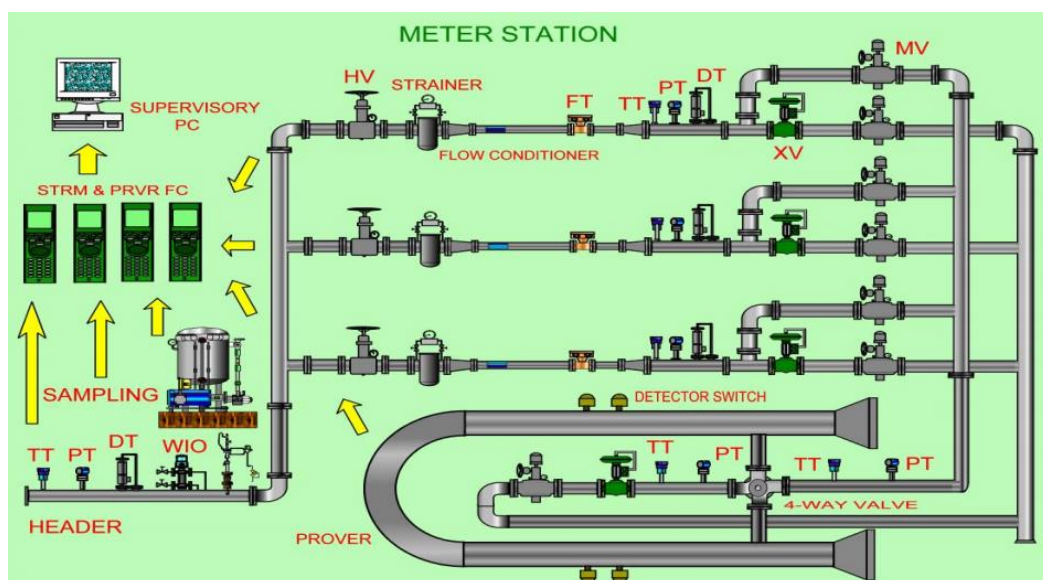


Gambar 2.6 HMI (*Human Mechine Interface*)

2.3 Pembangunan Konstruksi *Fiscal Metering system Unit*

Dalam pelaksanaannya *fiscal metering system* ini terbagi menjadi 2 bagian yaitu bagian pertama adalah *system hardware* termasuk dengan pemipaan bagian ke dua adalah *system komputerisasi*, dimana *system komputerisasi* di metering ini merupakan pengintegrasian *flow computer* yang di hubungkan ke dari *field instrument* ke *system DCS (distributed control system)* hal ini akan di visualisasikan di dalam dashboard computer.

Dalam gambar 2.7 ini merupakan hubungan antara alat pengukuran di lapangan yaitu *fiscal metering system* dengan supervisory PC atau bisa disebut juga DCS (*distributed Control system*), sehingga keseluruhan data yang melewati *Fiscal metering* ini akan dapat di control dan di ukur sesuai dengan batasan yang telah ditentukan.



Gambar 2.7 Schematic Fical Metering System

Pengerjaan skid *fiscal metering* ini memiliki beberapa tahapan didalam pelaksanaannya, yaitu:

1. *Feasibility study*

Pada tahap kelayakan studi (*feasibility study*), aktivitas ini merupakan bagian dari menentukan apakah suatu proyek layak untuk dilaksanakan dari sisi teknis maupun dari sisi keekonomisan. Pada tahap ini pihak yang berwenang akan mengkaji lebih dalam mengenai proses apa saja yang di

anggap dan paling mendekati target yang akan tercapai. Dalam melakukan kegiatan ini terdapat berbagai macam cara yang digunakan untuk mensimulasikan setiap proses yang ada sehingga pihak yang berwenang dapat membuat studi kelayakan teknis dan studi kelayakan ekonomi. Studi kelayakan teknis mencakup kelayakan proses, kondisi operasi yang memungkinkan, dan spesifikasi produk yang diinginkan sesuai dengan karakter yang telah dipilih dan ditetapkan. Setelah melalui kelayakan teknis maka selanjutnya akan di Analisa pula kelayakan ekonomi dimana dalam kegiatan ini akan menghasilkan informasi keuntungan dari proyek yang akan dibangun, lamanya pengembalian modal, analisa sensitivitas, tingkat keekonomisan proyek yang akan dijalankan. Alternative dari jenis proses yang paling memenuhi kriteria teknis dan ekonomi inilah yang akan dikembangkan lebih lanjut melalui proses pembangunan proyek.

2. FEED

Front End Engineering merupakan sebuah fase proyek dimana aktivitas yang dilakukan sebatas dalam konseptual, adapun FEED *document* dapat dijadikan tender dokumen untuk basis pekerjaan dari EPC (*Engineering Procurement construction*), dalam fase FEED ini *client* menetapkan disain basis yang dijadikan acuan dalam melakukan *preliminary* disain dari plan yang akan dibangun, tingkat keakurasian dari fase FEED ini 15-20 % dan membantu menolong *client* untuk menetapkan harga dari OE (owner estiate).

3. Detail Engineering Disain (DED)

Aktivitas ini merupakan aktivitas lanjutan dari tahap FEED yang telah dilakukan sebelumnya, hasil dari rancangan FEED akan dikonversikan menjadi gambar dan dokumen. Rancangan pada tahap FEED memiliki status di setujui oleh pemilik proyek yang berisikan rancangan- rancangan teknis yang sudah jelas dan sudah sesuai dengan prespektif dari pemilik proyek. Pada tahapan detail engineering disain ini ada beberapa kegiatan dan persiapan tahapan pembelian material yang di butuhkan sesuai dengan spesifikasi yang telah di tentukan sebelumnya. Keseluruhan komponen yang di butuhkan dalam tahapan ini harus di identifikasi selengkap -

lengkap nya oleh kontraktor, dari beberapa aktivitas yang melibatkan kekuatan dari disain serta pengidentifikasian segala sesuatu yang di butuhkan oleh proyek tersebut. Mengenai perencanaan yang sudah matang dimana perencanaan tersebut meliputi: pembuatan gambar gambar detail konstruksi, menentukan spesifikasi material yang akan digunakan, menentukan penempatan peralatan, general arrangement dari suatu peralatan.

4. Pemeriksaan Material

aktivitas ini biasanya di lakukan oleh suatu departemen quality control (QC) yang meliputi pemeriksaan material secara visual, dimensional, spesifikasi material yang datang akan dicocokkan dengan spesifikasi proyek yang telah dituangkan dalam document detail engineering disain. Adapun aktivitas ini dijalankan pada saat material/equipment datang beberapa hal yang dikerjakan dalam pemeriksaan material adalah memastikan bahwa material/equipment yang dibutuhkan sesuai dengan kebutuhan proyek.

5. Tahap Konstruksi

Tahap ini merupakan tahapan yang dilakukan oleh sebuah *packager metering*, beberapa hal yang di lakukan dalam melakukan persiapan pra konstruksi antara lain:

- a. Melakukan persiapan dan membangun fasilitas - fasilitas yang dibutuhkan untuk kepentingan konstruksi.
- b. Melakukan analisa dan peninjauan ulang untuk mengevaluasi metode dan urutan konstruksi sehingga dapat menghemat waktu instalasi.
- c. Memeriksa kembali gambar dan spesifikasi untuk memastikan konstruksi yang harus dilakukan.
- d. Menyiapkan dan menetapkan peraturan kerja untuk pelaksanaan konstruksi (berupa prosedur pelaksanaan ataupun prosedur dari tiap-tiap disiplin).
- e. Membuat dan menetapkan peraturan kerja untuk pelaksanaan konstruksi.

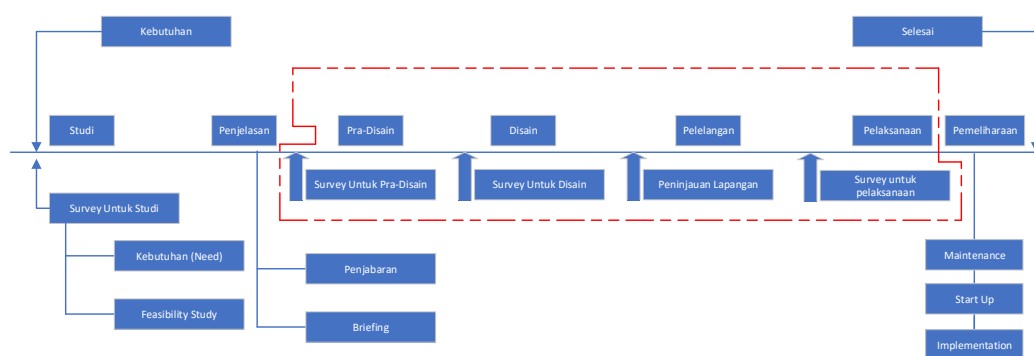
- f. Membuat pedoman mengenai prosedur yang berkaitan dengan keselamatan kerja (prosedur keselamatan serta metode keselamatan kerja sebelum dan pada saat bekerja).

Setelah proses persiapan di atas dilakukan maka proses selanjutnya yaitu pelaksanaan konstruksi, proses konstruksi ini antara lain meliputi pembuatan pondasi untuk menempatkan *fiscal metering*, instalasi peralatan, instalasi sistem pemipaan pemasangan equipment lainnya. Pelaksanaan konstruksi ini dilakukan berdasarkan rancangan yang telah disesuaikan dengan gambar yang telah dibuat pada tahap engineering.

6. Testing dan Commissioning

Tahapan ini merupakan bentuk aktivitas yang akan dilakukan oleh kontraktor sebelum di *hand over* ke pemilik proyek, tahapan ini meliputi *checking* peralatan secara *online* dengan menggunakan simulasi dalam tahap ini memastikan peralatan yang digunakan sudah sesuai dengan spesifikasi yang telah dipersiapkan sebelumnya.

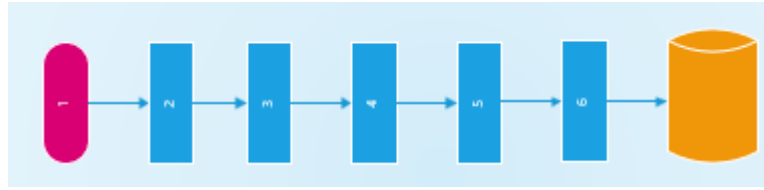
Dalam gambar 2.8 di bawah ini merupakan tahapan dari kegiatan proyek konstruksi di mana tiap-tiap bagian merupakan terbentuk berdasarkan kebutuhan dan berdasarkan dari aspek persiapan hingga proyek tersebut selesai, aspek yang ada didalam box merah merupakan aktivitas yang sering mengalami keterlambatan.



Gambar 2.8 Tahapan Kegiatan Proyek

2.4 Flow Pembangunan Konstruksi Fiscal Metering system Unit

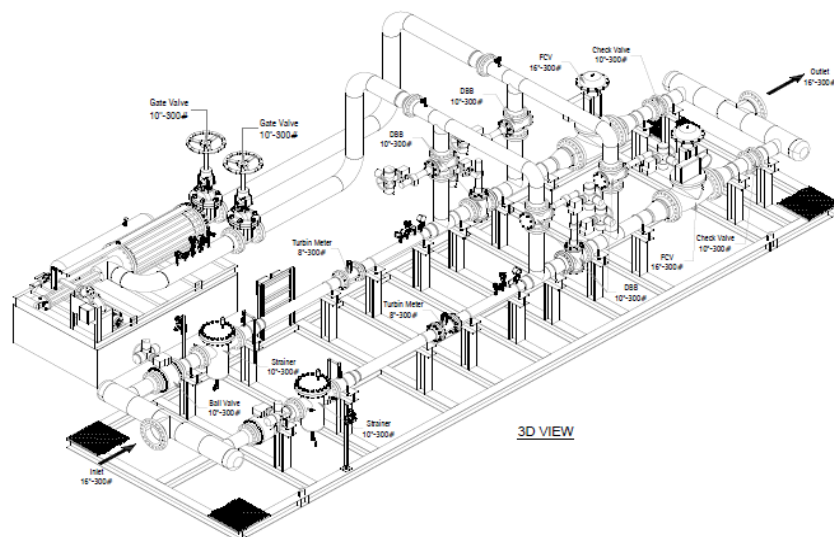
Dibawah ini merupakan flow produksi yang ada pada *skid fiscal metering system* untuk *monitoring* setiap aktivitas pekerjaan yang sudah terlaksana:



Gambar 2.9 Flow Diagram Pembangunan Skid Metering

Dalam gambar 2.9 diatas mempunyai keterangan sebagai berikut:

1. Storage : Tempat penyimpanan material sebelum di fabrikasi/install
2. Shop 1 : tempat fabrikasi skid
3. Shop 2 : tempat fabrikasi untuk tiap - tiap equipment
4. Shop 3 : tempat fabrikasi tiap - tiap pipa
5. Shop 4 : final koneksi untuk merangkai keseluruhan peralatan yang ada di skid
6. Shop 5 : finalisasi, pengecekan dimensi akhir pada skid *metering*, *coating painting* serta testing keseluruhan skid
7. Fiscal metering siap dikirim



Gambar 2.10 Skid Metering Sistem (PT. XYZ)

Gambar 2.10, merupakan keseluruhan fiscal metering yang telah dirangkai dishop kontraktor, sehingga skid ini sudah dikirim dalam keadaan terbentuk jadi.

2.5. Keterlambatan Dalam Proyek

Terdapat 9 faktor utama yang menyebabkan keterlambatan proyek konstruksi yang berhubungan dengan kontraktor, yaitu metode konstruksi yang tidak tepat, estimasi waktu yang tidak akurat, estimasi biaya yang tidak akurat, kurangnya pengalaman kontraktor, perencanaan dan penjadwalan proyek yang tidak tepat, tim proyek yang tidak kompeten, penggunaan teknologi yang usang, kurangnya manajemen dan pengawasan proyek, serta subkontraktor yang tidak bisa diandalkan (Abedi, et.al. (2011)).

Toor dan Ogunlana (2008) memaparkan bahwa 5 faktor utama penyebab keterlambatan dari faktor sub-kontraktor yang tidak kompeten, kurangnya peralatan untuk proyek, kurangnya pengalaman dan kontrol dari kontraktor, kesulitan keuangan kontraktor, kurang baiknya relasi kontraktor dengan konsultan dan pemilik proyek.

Faktor penyebab keterlambatan proyek konstruksi yang berhubungan dengan pemilik proyek, yaitu kurangnya komunikasi dan koordinasi, lambatnya keputusan yang dibuat pemilik proyek, studi kelayakan proyek yang tidak tepat, pemilik proyek tidak memiliki cukup dana untuk membiayai proyek, kurangnya perwakilan pemilik proyek, perubahan pesanan pemilik proyek, interfensi pemilik proyek, kurangnya pengalaman pemilik proyek dalam bidang konstruksi (Abedi, et.al. (2011)).

Toor dan Ogunlana (2008) memaparkan bahwa identifikasi untuk keterlambatan proyek ada 8 faktor utama, yaitu permintaan yang membingungkan dan kurang jelas dari pemilik proyek, kurangnya pengertian pemilik proyek tentang proyek, tidak jelasnya proses tender, dan banyaknya perubahan kerja.

Identifikasi 8 faktor utama, yaitu terlambatnya pembayaran kepada kontraktor, lambatnya pengambilan keputusan, perubahan bahan dan spesifikasi material saat konstruksi, serta kekuasaan pemilik proyek yang berlebihan. Selanjutnya dalam penelitian ini, menggunakan 5 indikator, yaitu kurangnya komunikasi dan koordinasi, lambatnya keputusan yang dibuat pemilik proyek,

pemilik proyek tidak memiliki cukup dana untuk membiayai proyek, perubahan pesanan pemilik proyek, dan interfensi pemilik proyek (El-Razek, et.al. (2008)).

Faktor utama yang menyebabkan keterlambatan proyek konstruksi yang berhubungan dengan konsultan, yaitu kelengkapan dan ketepatan waktu informasi proyek, kemampuan desain bangunan, penyisihan waktu untuk berkomunikasi, hubungan kerja sebelumnya, prioritas pada waktu konstruksi, melupakan beberapa detil dalam desain, dan tidak sepenuhnya memahami kebutuhan pemilik proyek Haseeb et.al. (2011).

Adanya perubahan desain, kesalahan desain, kurang lengkapnya informasi, serta kesalahan dalam penyelidikan tanah. Selanjutnya dalam penelitian ini, menggunakan 5 indikator, yaitu kemampuan desain bangunan, penyisihan waktu untuk berkomunikasi, hubungan kerja sebelumnya, melupakan beberapa detil dalam desain, dan tidak sepenuhnya memahami kebutuhan pemilik proyek El-Razek et.al. (2008).

Faktor eksternal yang menyebabkan keterlambatan proyek konstruksi, yaitu pihak berwenang (gas, air, dll), peraturan yang berlaku, cuaca, bencana alam, hujan, perubahan peraturan pemerintah dan undang-undang, serta pengaruh kondisi tanah. Selanjutnya dari ketujuh faktor tersebut, peneliti hanya menggunakan 5 indikator, yaitu pihak yang berwenang, cuaca, bencana alam, perubahan peraturan pemerintah dan undang-undang, dan pengaruh kondisi tanah Haseeb et.al. (2011).

2.5.1. Penyebab Keterlambatan Proyek

Levis and Artherley dalam Langford (1996) memaparkan bahwa penyebab keterlambatan dalam sebuah proyek dibagi dalam 3 bagian :

A. Excausable Non Compensable Delays, merupakan penyebab keterlambatan yang paling sering mempengaruhi waktu pelaksanaan proyek, pada keterlambatan type ini ini adalah :

1. Act of God, hal ini merupakan gangguan yang diakibatkan oleh bencana alam seperti gempa bumi, banjir, gunung Meletus serta badai besar.

2. Force Majeure, dalam hal ini semua penyebab pada no 1 kemudian terjadinya perang, huru hara, demonstrasi dan pemogokan masal oleh pekerja.
 3. Cuaca, dalam hal ini keadaan menjadi sangat tidak normal maka hal ini menjadisebuah factor penyebab keterlambatan yang dapat dimaafkan (executing delay).
- B. Excusable Compensable Delays, keterlambatan ini disebabkan oleh pemilik proyek, dalam hal ini kontraktor berhak atas permintaan perpanjangan waktu dan claim atas keterlambatan tersebut. Penyebab penyebab keterlambatan yang termasuk dalam excusable compensable delay adalah :
1. Terlambatan pembayaran kepada pihak kontraktor.
 2. Kesalahan spesifikasi dan gambar.
 3. Terlambatnya pendetailan pekerjaan.
 4. Terlambatnya penyerahan secara total lokasi proyek.
 5. Terlambatnya persetujuan gambar gambar fabrikasi.
- C. *Non-Excusable delays*, keterlambatan ini merupakan sepenuhnya tanggung jawab dari kontraktor, dimana kontraktor merasa perlu untuk memperpanjang masa pengerjaan proyek yang telah melewati batas waktu yang disepakati, dimana penyebab keterlambatan ini telah di infomasikan sebelumnya oleh kontraktor. Dengan demikian pihak pemilik proyek dapat meminta monetary demages untuk keterlambatan. Penyebab *non-excusable delays* adalah:
1. Kesalahan dalam pengelolaan keuangan proyek.
 2. Keterlambatan dalam memperkejakan personil yang kurang memenuhi standard kompetensi.
 3. Keterlambatan dalam penyerahan drawing gambar kerja.
 4. Kesalahan dalam mengkoordinasikan tiap persoonel dalam proyek.
- Dalam penelitian keterlambatan yang dilakukan oleh Levis dan Atherley dalam langord (1996) pada 30 proyek pembangunan gedung di india, yang

dibangun antara 1978 sampai 1992 telah dapat diidentifikasi beberapa penyebab keterlambatan, yaitu antara lain :

- a. Keterlambatan pembayaran yang dilakukan oleh client owner/pemilik proyek.
- b. Pelaksanaan tahapan pekerjaan yang kurang baik yang di kerjakan kontraktor.
- c. Kesalahan pengelolaan material oleh kontraktor.
- d. Kekurangan tenaga kerja oleh kontraktor.
- e. Hujan deras/lokasi pekerjaan yang tergenan air.
- f. Keadaan tanah yang berbeda dari yang diharapkan.
- g. Pekerjaan tambahan yang diminta oleh pemilik proyek.
- h. Perubahan dalam pekerjaan plumbing, struktur, elektrik.
- i. Kesalahan dalam perencanaan dan spesifikasi.
- j. Perubahan perubahan dalam perencanaan dan spesifikasi.
- k. Perubahan metode kerja oleh kontraktor.
- l. Kesalahan dalam menginterpretasikan gambar atau spesifikasi.
- m. Perencanaan schedule pekerjaan yang kurang baik oleh kontraktor.
- n. Produktifitas yang kurang optimal dari kontraktor.
- o. Memperbaiki pekerjaan yang sudah terselesaikan.
- p. Memperbaiki pekerjaan yang sudah selesai.
- q. Memperbaiki kerusakan suatu pekerjaan akibat pemogokan.
- r. Terlambatnya persetujuan shop drawing oleh konsultan.

2.6. Dampak Keterlambatan

Penelitian Umeesh K Suppramaniam, Syuhaida Ismail, (2018) yang sudah di publikasikan dalam ”*Journal of advances Research in Business and Management Studies*”, yang berjudul “*Effects of Delay in Construction Phase of Oil and Gas Projects in Malaysia*”, Keterlambatan dalam pengerjaan proyek merupakan fenomena yang umum dalam setiap aktivitasnya tetapi hal ini berpengaruh pada semua pemangku kepentingan yang terlibat. Dengan demikian, sebagian besar perusahaan memiliki manajemen pengelolaan proyek dengan baik dimana perusahaan memiliki engineering, *procurement*, dan Konstruksi (EPC).

Terkait dengan proyek-proyek yang berkembang didalam industri minyak dan gas, dimana perusahaan mengoptimalkan kegiatan pekerjaan proyek untuk menghindari adanya delay yang berdampak negatif pada keseluruhan proyek. *Journal* ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh keterlambatan dalam tahap konstruksi proyek minyak dan gas di Malaysia. Tinjauan pustaka sistematis (SLR) dari berbagai sumber melalui buku, prosiding konferensi, dokumen manajemen proyek, dan jurnal industri minyak dan gas dilakukan untuk menulis makalah ini. Beberapa efek penundaan dikategorikan sebagai efek utama dan beberapa sebagai efek sub. Studi awal ini murni berdasarkan tinjauan pustaka, perbandingan kasus serupa, referensi silang, dan penilaian kritis.

Menurut Levis (1996), keterlambatan akan berdampak pada perencanaan semula serta srta pada masalah keuangan, keterlambatan pada proyek konstruksi akan memperpanjang durasi proyek atau meningkatkan biaya maupun ke duaduanya. Adapun dampak keterlambatan pada pemilik proyek adalah hilangnya potensial income dari fasilitas yang dibangun tidak sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan, sedangkan pada kontraktor adalah hilangnya kesempatan untuk menempatkan sumberdayanya ke proyek lain, dengan meningkatkan biaya tidak langsung karena bertambahnya pengeluaran untuk menggaji para pekerja, sewa peralatan serta mengurangi keuntungan Obrein JJ (1976), menyimpulkan bahwa dampak keterlambatan menimbulkan kerugian , beberapa hal yang dapat menimbulkan kerugian :

- a. Bagi pemilik, keterlambatan ini menyebabkan kehilangan penghasilan dan potensial pemasukan dari sebuah produk yang di hasilkan.
- b. Bagi kontraktor, keterlambatan penyelesaian proyek ini berarti naiknya overhead dikarenakan bertambah Panjang pelaksanaan, sehingga merugi akibat kemungkinan naiknya harga di karenakan ada nya infasi, naiknya upah karyawn, kemungkinan besar modal yang dipergunakan.
- c. Bagi konsultan, keterlambatan akan mengalami kerugian waktu, manpower yang seharusnya dapat mengerjakan project lain sehingga hal ini mengakibatkan overhead manpower.

Menurut Ali et.al (2012) dampak yang sering terjadi akibat adanya keterlambatan proyek konstruksi yaitu adanya tambahan biaya dimana jumlahnya

lebih besar dibandingkan biaya yang telah diestimasikan pada awal proyek, tambahan waktu yang di butuhkan untuk menyelesaikan proyek itu sendiri, keterlambatan pembayaran, penjadwalan ulang dari waktu yang telah di tentukan karena adanya gangguan dan masalah yang muncul, dampak reputasi perusahaan serta hilangnya produktivitas dan efesiensi tenaga kerja dalam menyelesaikan proyek.

2.7. Mengatasi Keterlambatan

Selam proses konstruksi selalu saja muncul gejala kelangkaan periodic atas material material yang diperlukan, berupa material dasar atau barang jadi baik yang local maupun import. Cara penanganannya sangat bervariasi tergantung pada kondisi proyek (Diposuhodo, 1996).

Beberapa cara yang bisa digunakan untuk mengendalikan keterlambatan dari sebuah proyek:

- a. Mengerahkan sumber daya tambahan
- b. Melepas rintangan-rintangan ataaupun upaya lain untuk menjamin agar progress pekerjaan meningkat dan membawa kembali ke garis rencana.
- c. Jika tidak mungkin tetap dari rencanan semula mungkin diperlukan revisi jadwal serta membuat re-coveri plan terhadap proyek yang di kerjakan.

Menurut Ahyari (1987), untuk mengatasi keterlambatan bahan yang digunakan dalam proyek maka yang diperlukan adalah adanya pemasok cadangan dalam memenuhi bahan atau material yang digunakan dalam proyek. Dalam hal ini perlu adanya evaluasi berkala mengenai pemasok bahan atau material yang diketahui bahwa kualitas pemasok dari sisi komitmen dan bahan sesuai dengan yang telah di inginkan dalam sebuah rangkaian proyek.

Menurut Donal S Baffie (1990), sekalipun sudah dipergunakan prosedur yang terbaik namun kadang permasalahan akan timbul dan hal ini tidak dapat di hindari dalam sebuah proyek, keterlambatan lain mungkin bisa timbul dari pihak pemasok dan kontraktor ataupun terjadi pada saat proses pengiriman untuk hal ini maka di perlukan ekspediter professional yang dapat menentukan caa yang efektif

dalam menjaga agar pengadaan barang tetap sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan dengan pengaruh kerugian yang seminimal mungkin. Bila suatu material tidak dapat di peroleh lagi atau material tersebut menjadi agak mahal maka harus mengetahui tempat memperoleh material pengganti yang dapat memenuhi persyaratan aslinya.

2.8 Manajemen Risiko

Resiko mempengaruhi besarnya deviasi tujuan suatu proyek (rencana) dengan raealisasinya di lapangan (*Raftery*, 1986). Resiko dapat terjadi pada semua proyek konstruksi, resiko tidak bisa diabaikan namun resiko dapat dikurangi, dipindahkan pada pihak lainnya dan dapat dikontrol, namun resiko tidak dapat diabaikan begitu saja. Maka untuk memahami resiko dan sistematis cara menganalisis, mitigasi dan mengotrolnya secara sistematis agar tujuan proyek dalam lingkup biaya, waktu dan kualitas dapat tercapai.

Berdasarkan PMBOK (2008) Manajemen risiko menyoroti berbagai tindakan, mengidentifikasi (*Risk Indentification*), menilai (*Risk Assessment*), pengontrolan dan meminimalkan risiko (*Risk minimise and control*) yang mungkin terjadi. Tujuan diadakannya manajemen risiko dalam penilaian proyek adalah untuk suatu proses evaluasi pengoptimalan tujuan dari sasaran proyek. Sebagian dari hasil ini mungkin berlawanan dari perencanaan semula. Pendekatan yang diambil dari penilaian proyek akan membantu manajer proyek didalam proses pengambilan keputusan.

2.8.1 Analisa Resiko Kualitatif

Pengelolaan proyek tidaklah lepas dari konteks pengelolaan risiko. Hal ini terjadi karena salah satu dari karakter proyek adalah keterkaitannya dengan aspek ketidakpastian atau uncertainties (Project Management Institute, 2017). Cara manajer proyek maupun organisasi proyek menyikapi risiko di dalam proyeknya sangatlah bergantung dengan sikap risiko atau risk attitude (Hillson and Murray-Webster, 2004) dimana hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti selera risiko atau risk appetite, toleransi risiko atau risk tolerance dan batasan risiko atau risk threshold (Project Management Institute, 2017).

Proses identifikasi risiko dianggap sebagai titik awal yang sangat penting dalam pengelolaan risiko dalam sebuah proyek yang nanti akan dilanjutkan dalam analisa risiko proyek. Analisa ini dilakukan dalam bentuk kualitatif dan juga kuantitatif. Hasil yang diharapkan dari analisa kualitatif adalah sebuah daftar risiko yang sudah disusun sesuai dengan prioritas risiko yang dihasilkan dari perhitungan severity dari risiko tersebut, dimana merupakan produk dari penilaian terhadap probabilitas (probability) dan dampak (impact) dari risiko itu serta digambarkan juga di dalam sebuah matriks probabilitas dan dampak untuk melihat pemetaan risiko proyek dengan risk attitude dari organisasi proyek tersebut. Analisa resiko kuantitatif merupakan usaha untuk menentukan berapa banyak potensi resiko proyek, sehingga dengan waktu yang terbatas dapat diketahui dengan maksimal resiko yang ada. Performance proses Analisa resiko kuantitatif ini dapat digunakan untuk menggambarkan manfaat dari upaya respon resiko (Mulcahy, 2010). Menurut Render dan Rahmatullah, (2012) metode kuantitatif ini adalah ilmu dan seni yang berkaitan dengan tata cara pengumpulan data, Analisa data serta respon sehingga dapat menghasilkan keputusan menejerial.

2.9 *Fault Tree Analysis (FTA)*

Fault Tree Analysis merupakan alat yang di gunakan untuk memetakan jalur dan tugas-tugas yang harus di selesaikan untuk mencapai sasaran utama serta memberikan sub sasaran yang terkait, dalam hal ini adalah mengatur urutan tugas dalam rencana implementsi dan memeriksa logika suatu rencana dengan mencari gap yang ada (Mustika, 2014).

Keterlambatan dalam proyek merupakan sesuatu yang tidak dapat di hindari dan hal ini sering terjadi pada. Agar tidak terjadi masalah yang berulang-ulang tersebut maka perlu dicari faktor-faktor yang menyebabkan keterlambatan tersebut. Metode pengidentifikasian keterlambatan proyek ini adalah dengan menggunakan metode *Fault tree analysis* (FTA). Dimana metode ini berfokus untuk mencari keterlambatan penyebab atau kegagalan serta tidak membahas tentang akibat yang akan terjadi.

Fault tree Analysis (FTA) merupakan metode analisis dimana terdapat suatu kejadian yang tidak di inginkan yang terjadi pada sebuah sistem. Dengan

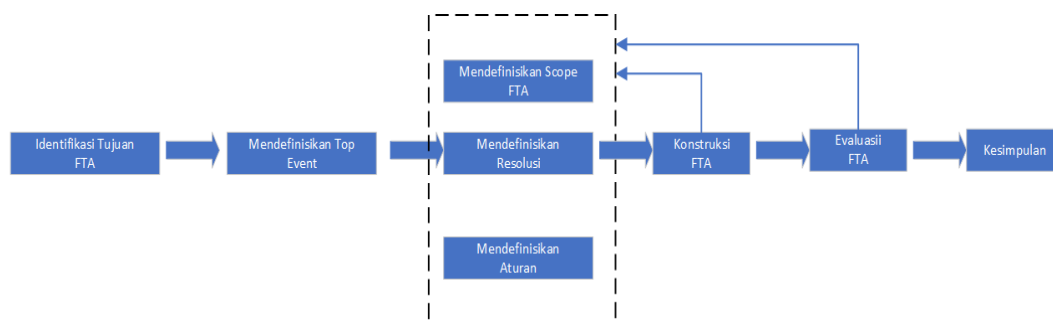
menggunakan metode *fault tree analysis* suatu sistem dianalisis dengan kondisi lingkungan dan kondisi operasional yang ada, sehingga dapat menemukan cara yang memungkinkan terjadi yang mengarah kepada terjadinya *undesired event* (jenis kerusakan) (Vesely, 1981).

Nugroho (2011) memaparkan bahwa *Fault tree analysis* (FTA) merupakan analisa pohon kesalahan yang dapat diuraikan sebagai teknik analisis. Dalam membuat model *fault tree* ini hal yang dilakukan adalah dengan mewawancarai pimpinan proyek dan pimpinan perusahaan terkait, serta melakukan pengamatan secara langsung dilapangan pada saat proyek berlangsung. Faktor-faktor keterlambatan tersebut digambarkan dalam model pohon kesalahan (*fault tree*). Analisa pengembangan pohon kesalahan ini bertujuan untuk mengetahui akar penyebab masalah yang terjadi dalam sebuah proyek.

Menurut (Hoyland & Rausand, 1994) bahwa metode *top-down* pada *fault tree analysis* merupakan system disain dan kinerja yang mencakup penetapan *top event* untuk dianalisa, dengan mengidentifikasi semua elemen terkait dalam system yang dapat menyebabkan *top event* terjadi. *Fault tree* memberikan representasi simbolis dari kombinasi peristiwa yang mengakibatkan terjadinya *top event*.

Fault tree analysis berorientasi pada fungsi atau yang lebih di kenal adalah dengan *top down approach* karena Analisa ini berawal dari system *top level* dengan meneruskannya kebawah, dimana titik awal dari analisis ini adalah mengidentifikasi mode kegagalan fungsional pada top level dari suatu system.

Beberapa tahapan umum yang dapat dilakukan dalam sebuah *fault tree analysis* hubungan tiap tahapan dapat di lihat pada gambar 2.11 di bawah ini



Gambar 2.11 Hubungan tahapan dalam melakukan *Fault tree Analysis* (Stamatelatos & Vesely, 2002)

Fault tree ini menggunakan nilai terpenting dalam penyelesaiannya sebagai bentuk metode analisis (kocecioglu, 1991), beberapa hal yang termasuk dalam point-point dalam metode analisis ini adalah:

- a. Mencari aspek aspek dari system yang terlibat dalam kegagalan utama.
- b. Membantu mengalokasikan penganalisa untuk berkonsentrasi pada bagian kegagalan dalam system.
- c. Menganalisa kegagalan system.
- d. Membantu pihak manajemen mengetahui perubahan dalam system.
- e. Membantu penganalisa menggunakan pengetahuannya untuk masuk dalam perilaku system.
- f. Membantu memberikan pilihan kualitatif, yang sama baiknya dengan kuantitatif pada Analisa system keandalan.
- g. Membantu pengalokasian penganalisa untuk berkonsentrasi pada bagian kegagalan system.






Ada beberapa definisi dasar yang harus diketahui dalam pembahasan *Fault tree analysis* (FTA) (brown, 1976):

- a. *Event Premier*: event yang disebabkan oleh sifat di dalam komponen itu sendiri.
- b. *Basic Event*: event yang diharapkan modulusnya dan cenderung terjadi pada waktu tertentu.
- c. *Normal Event*: event yang kedua yang diharapkan dan cenderung terjadi pada waktu tertentu.
- d. *Fault event*: event dimana satu dari dua modulusnya adalah kejadian yang tidak normal, sehingga mengakibatkan kegagalan atau kesalahan.
- e. *Event*: suatu kejadian yang terjadi dalam system yang mempunyai dua modulus yaitu terjadi atau tidak.
- f. *Event Secunder*: event yang disebabkan oleh event dari luar.
- g. *Head event*: merupakan puncak *fault tree* yang dianalisis sehingga dapat diketahui proyek yang berlangsung dapat terjadi kegagalan.

2.9.1 Simbol *Fault tree*

Berikut merupakan symbol *fault tree* standar yang digunakan untuk mempermudah Analisa, symbol yang dipakai dapat dilihat dibawah ini :

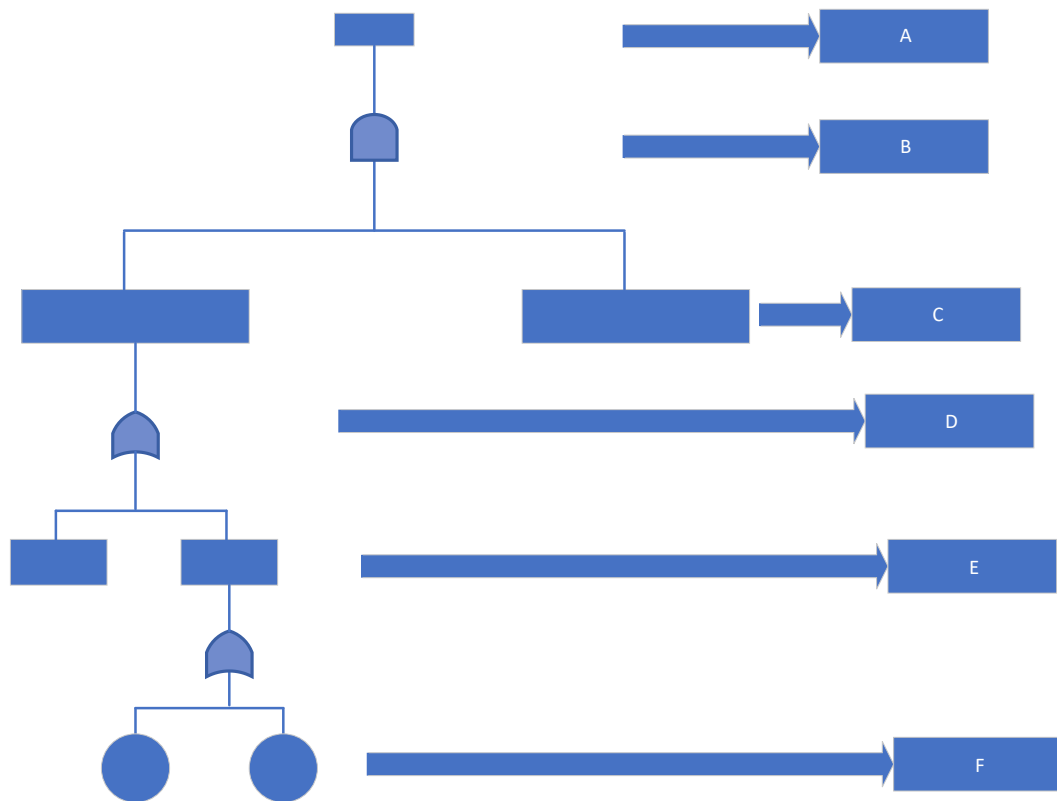
Tabel 2.1 Simbol-simbol *fault tree*
(Koceioglu, 1991)

Event Symbol	Keterangan
	<i>Top Event</i> , Kejadian puncak yang harus di jelaskan lebih rinci/kejadian yang terjadi (insiden yang terjadi)
	Gerbang <i>Or (Or Gate)</i> , kejadian diatas symbol akan muncul, jika " <i>Input Event</i> " hanya muncul meskipun salah satu yang dapat menyebabkan kejadian diatasnya.
	<i>Logic gate (AND Gate)</i> , Kejadian ini merupakan muncul jika semua " <i>Input event</i> " Bersama-sama yang menyebabkan kejadian diatasnya.
	<i>Transferred Event</i> , Segitiga ini di gunakan sebagai "Simbol transfer" garis puncak segitiga menunjukan " <i>transfer in</i> ", dan garis dari samping menunjukan " <i>transfer out</i> ". Hal ini biasanya digunakan untuk menjamin bahwa perkembangan " <i>sub tree</i> " ada di halaman lain atau pada bagian diagram yang memenuhi kriteria.
	<i>Basic Basic Event</i> , Merupakan suatu kejasdian yang tidak membutuhkan pengembangan lebih lanjut atau tidak perlu di uraikan lagi.

2.9.2 Diagram Fault Tree Analysis (FTA)

Beberapa langkah yang digunakan dalam menyelesaikan persoalan dengan menggunakan metode *fault tree analysis* (FTA) sebagai berikut (Priyanta, 2000):

- Perlunya mendefenisikan masalah dan kondisi dari batas batas sebuah system yang ditinjau.
- Membuat instruksi *fault tree event*.



Gambar 2.13 Metode Analisis Pembuatan FTA

Penggambaran dari FTA pada Gambar 2.13 diatas merupakan sebuah hubungan yang sangat logis antara *basic event* dan *top event*, dimana langkah langkah yang dilakukan dalam pembuatan *Fault tree analysi* (FTA) ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi kejadian atau peristiwa terpenting dalam sistem (*top level event*), langkah yang dilakukan dalam dalam *Fault Tree*

Analysis (FTA) ini merupakan langkah penting karena dapat mempengaruhi analisis sistem, pada tahap ini di butuhkan pemahaman tentang sistem dan pengetahuan mengenai jenis-jenis kerusakan (*undesired event*) untuk mengidentifikasi akar permasalahan dalam suatu sistem.

2. Membuat pohon kesalahan (*fault tree*), langkah berikut adalah menyusun urutan sebab akibat dari pohon kesalahan (*fault tree*). Pembuatan pohon kesalahan ini di lakukan dengan menggunakan symbol-simbol Boolean, dengan standarisasi simbol-simbol tersebut diperlukan untuk komunikasi dan kekonsistenan pohon kesalahan (*fault tree*).
3. Menganalisa pohon kesalahan (*fault tree*), analisa pohon kesalahan (*fult tree*) di perlukan untuk memperoleh informasi yang jelas dari suatu sistem dan perbaikan-perbaikan yang harus di lakukan pada sistem. Adapun tahapan-tahapan analisis pohon kesalahan dapat dibedakan menjadi 3 (tiga) bagian yaitu:
 - a. Menyederhanakan pohon kesalahan (*fault tree*), dimana tujuannya adalah untuk menyederhanakan/mempermudah dalam melakukan analisis sistem yang lebih lanjut.
 - b. Menentukan peluang, munculnya peluang kejadian atau sebuah peristiwa terpenting dalam sistem (*top level event*), setelah pohon kesalahan disederhanakan, tahap berikutnya adalah menentukan peluang kejadian paling penting dalam sebuah sistem. Pada langkah ini peluang semua *input* dan logika hubungan yang di gunakan sebagai pertimbangan penentuan peluang.
 - c. *Meriview* hasil analisis, review dari hasil analisis ini dilakukan untuk mengetahui kemungkinan perbaikan yang dapat dilakukan pada sistem.
4. Menentukan *intermediate event*, merupakan tingkat pertama terhadap kejadian puncak.

5. Menentukan hubungan *intermediate event* tingkat pertama terhadap kejadian puncak.
 6. Menentukan hubungan *intermediate event* tingkat pertama ke arah event dengan menggabungkan gerbang logika (*logic gate*).
 7. Menentukan hubungan *intermediate event* tingkat kedua ke *intermediate event* ketingkat pertama dengan menggunakan gerbang logika (*logic gate*).
 8. Melanjutkan hingga ke sampai *basic event*.
- c. Mencari minimal *cut set* dari analisis *fault tree*
- Cut set* merupakan kombinasi pembentukan pada sebuah pohon kesalahan dimana bila semua terjadi akan menyebabkan peristiwa puncak terjadi. *Cut set* digunakan untuk mengevaluasi diagram pohon kesalahan dan diperoleh dengan menggambarkan garis melalui blok dalam system untuk menunjukkan jumlah minimum blok gagal yang menyebabkan seluruh system gagal (Clemens, 2002).
- d. Melakukan Analisa Kualitatif dari *fault tree*
- Evaluasi kualitatif dari sebuah *fault tree* dilakukan berdasarkan minimal cut set, penilaian terhadap cut set sangat bergantung dari jumlah *basic event* dari *cut set* (orde cut set). Dalam sebuah cut set dengan orde satu pada umumnya lebih memiliki ke kritisitas terhadap *cut set orde* dua atau lebih, sehingga *fault tree* memiliki cut set orde satu, pada top event akan terjadi sesaat setelah *basic event* yang bersangkutan terjadi, sehingga dalam cut set memiliki *basic event*, *basic event* harus terjadi secara bersamaan agar *top event* terjadi.
- e. Melakukan Analisa Kuantitatif dari *Fault tree*
- Evaluasi kuantitatif *fault tree* dilakukan dengan menggunakan pendekatan perhitungan langsung (*direct numerical approach*) hal ini bersifat *bottom – up approach*. Dengan pendekatan numerik ini berawal dari level hirarki yang memiliki paling rendah serta mengkombinasikan semua probabilitas dari event peluang ada pada level dengan menggunakan logic gate yang tepat dimana event-event ini dikaitkan. Kombinasi semua probabilitas akan

memberikan sebuah nilai probabilitas dari intermediate event pada level hirarki di atasnya sampai top event dicapai.

Adapun persamaan yang digunakan adalah:

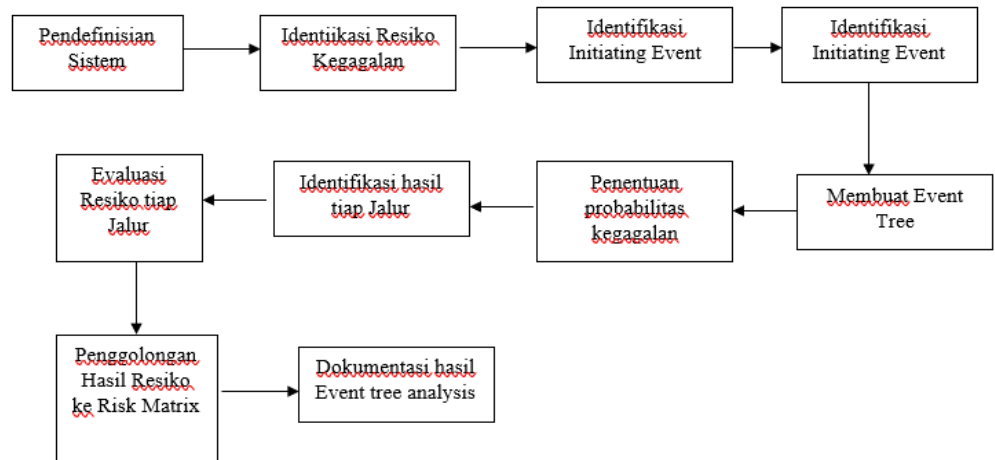
$$\begin{aligned}
 QS &= P(C1 \cup C2 \dots \cup Ci \dots \cup Cn) \\
 &= \sum_i^n = 1P(Ci) - \sum_i^n = 1 \sum_{j=1}^{i-1} P(Ci \cap Cj) \\
 &+ \sum_i^n = 3 \sum_{j=2K}^{i-1} \sum_{k=1}^{j-1} P(Ci \cap Cj \cap Ck) + \dots \\
 &+ (-1)^{n-1} P(C1 \cap C2 \cap \dots \cap Cn)
 \end{aligned} \tag{2.1}$$

Dimana : C_i = minimal cut set ke -i

$P(C_i)$ = probabilitas untuk event (C_i)

2.9.3 Event Tree Analysis (ETA)

Metode *event Tree Analysis (ETA)* adalah Teknik Analisa yang digunakan untuk mengevaluasi proses dan kejadian yang mengarah pada kemungkinan kegagalan, metode ini berguna dalam menganalisa konsekuensi yang timbul dari kegagalan atau kejadian yang tidak diinginkan. Konsekuensi dari kejadian diikuti melalui serangkaian kemungkinan. Analisa ini dimulai dengan mempertimbangkan sebuah kejadian awal dan kemudian mencari kejadian lainnya yang timbul dari dasar system. Metode ini memiliki tujuan untuk mengevaluasi semua hasil yang diakibatkan dari sebuah inisiasi proyek. Dengan menganalisa semua hasil yang mungkin yang diakibatkan dari sebuah inisiasi proyek. Dengan menganalisa semua hasil yang mungkin. Dimanahasil tersebut dimungkinkan untuk menentukan persentase hasil yang mengarah pada hasil yang diinginkan maupun hasil yang tidak diinginkan (Ericson, 2005).

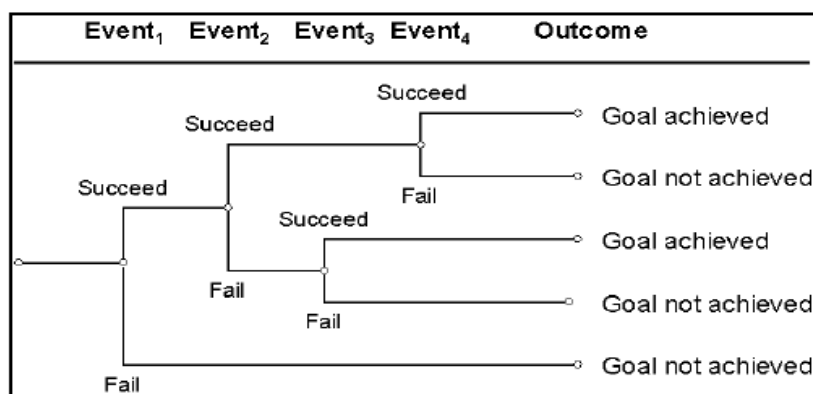


Gambar 2.14 Tahap *event tree analysis* (ETA)

Urutan tahapan dari *event tree analysis* (ETA) berdasarkan gambar 2.14 diatas sebagai berikut :

1. Pendefinisian system : pemeriksaan system dan menentukan batas-batas system, subsistem serta *interface*.
2. Identifikasi resiko kegagalan : penilaian system atau Analisa bahaya untuk mengidentifikasi bahaya system dan scenario kegagalan yang ada dalam disain system.
3. Identifikasi *initiating event* (kejadian awal) dalam scenario kegagalan.
4. Identifikasi *Pivotal event* : Pengidentifikasian hambatan keamanan atau penaggulangan yang terlibat dengan scenario tertentu yang dimaksudkan untuk menghalangi kegagalan.
5. Membuat *event Tree* : Pembuatan *Event Tree Diagram Logic*, dimulai dari *initiating event*, *pivotal event* dan diselesaikan oleh hasil masing-masing jalur.
6. Penentuan probabilitas kegagalan : penghitungan probabilitas kegagalan untuk pivotal event di event tree diagram
7. Identifikasi hasil tiap jalur : penghitungan resiko hasil untuk tiap jalur dan *event tree diagram*.
8. Evaluasi resiko tiap jalur : pengevaluasian resiko hasil pada tiap jalur pada *event tree diagram*.

9. Penggolongan hasil resiko ke *risk matrix* : penggolongan hasil resiko *event tree analysis* ke dalam *risk matrix* dengan menentukan frekuensi dan masalah dari masing-masing *output event tree analysis* (ETA).
10. Dokumentasi hasil *event tree analysis* (ETA) : pendokumentasian semua proses *event tree analysis* diperlukan untuk pembaruan informs.



Gambar 2.15 *event tree analysis* (ETA) Diagram (Clifton, 2005)

2.9.4 Top Event

Dalam sebuah *top Event* merupakan dari sebuah definisi kegagalan dalam suatu sistem (*fault System*), yang harus ditentukan terlebih dahulu dalam mengembangkan *Fault Tree Analysis* (FTA). Sistem yang telah di bentuk kemudian dianalisis untuk menemukan semua kemungkinan yang telah di definisikan pada *top event*, setelah selesai dalam mengidentifikasi *top event*, *event* yang memberikan dampak atau kontribusi secara langsung dengan terjadinya *top event* ini diidentifikasi dan dihubungkan dengan memakai hubungan logika (*logical link*) (Priyanta, 2000).

2.10 Kelebihan menggunakan *Falt tree Analysis* (FTA)

Pada penetapan analisis dengan menggunakan *fault tree* ini memiliki beberapa kelebihan (Cheng Kuo, 2007) :

- a. Dapat menentukan factor penyebab yang menjadi kemungkinan terbesar dalam menimbulkan kegagalan.

- b. Menemukan tahapan kejadian yang kemungkinan besar sebagai penyebab kegagalan.
- c. Menganalisa kemungkinan sumber-sumber resiko sebelum kegagalan timbul.
- d. Dapat di jadikan tools dalam menginvestigasi dalam sebuah kegagalan.

2.11 Teori Probabilitas

Menurut Vesely et al (1981) bahwa percobaan secara acak dapat didefinisikan sebagai sebuah pengamatan atau serangkaian pengamatan dimana kemungkinan hasil atau hasil yang didapatkan adalah *non deterministic*. Sebuah hasil yang *deterministic* dimana jika semua hasil yang didapatkan sebagai hasil dari sebuah pengamatan. Sedangkan *nin-deterministic* adalah jika hanya satu nilai dari probabilitasnya yang terjadi.

Percobaan random dapat ditandai dengan memberikan tanda pada semua hasil, hal ini dapat terjadi jika jumlah hasil yang tidak terlalu banyak, dimana Notasi E1, E2, E3 ..., En akan digunakan untuk menunjukan semua hasil dari dari kemungkinan kejadian atau *event*.

2.12 Frekuensi Relatif pada Probabilitas

Menurut Vassely (1981) percobaan secara acak dengan hasil E1, E2, E3 ...En merupakan pengulangan kejadian sebanyak N kali dan melihat keserangan pada spesifik kejadian En, setelah N kali pengulangan maka actual perhitungan kejadian adalah E1 sebanyak N1 kali. Sehingga akan didapatkan perbandingan N1/N. jika kejadian N sangat besar maka nilai probabilitas pada *event E* dapat di rumuskan sebagai berikut :

$$P(E1) = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{N1}{N} \right) \quad (1)$$

Dimana :

$$0 < P(E1) < 1$$

Jika :

$P(E1) = 1$, maka kejadian khusus atau tertentu

$P(E1) = 0$, maka E1 adalah tidak mungkin

2.13 Penelitian Terdahulu

Penelitian Silvianita, Dirgha S Mahandeka and Daniel M Rosyid, (2015) yang sudah di publisikan dalam "2nd International seminar on ocean and coastal Engineering, environment and natural disaster management, ISOCEEN 2014", yang berjudul "*Fault Tree Analysis for Investigation on the Causes of The Project Problems*", jurnal ini membahas mengenai sebuah proyek Kapal Layar Kayu oleh maritime challenge ITS, dimana ketepatan waktu dalam melakukan pekerjaan sangat di butuhkan disamping dari kualitas pekerjaan yang telah disesuaikan dengan standart peraturan yang berlaku. Pada kenyataannya banyak faktor yang dapat menyebabkan proyek ini tidak sesuai dengan penjadwalan yang telah ditentukan awalnya. Analisis keterlambatan proyek dengan menemukan faktor-faktor yang berkontribusi, adapun data yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan analisa dokumen proyek.

Jurnal ini hanya menganalisa faktor-faktor yang disebabkan oleh disain yang tidak memadai, dimana penyebab keterlambatan proyek hanya ditinjau dari sisi engineering nya saja. Hasil temuan dari penelitian ini dengan menggunakan metode *fault tree analysis* bahwa di temukan beberapa masalah dalam disain proyek, dimana faktor terbesar didalamnya adalah disain yang terlalu banyak modifikasi selama proyek ini berlangsung.

Pada penelitian lain Jia Yau, Bin Yang (2012), dilakukan studi kasus terhadap "*Factors Causing Design Schedule Delays in Turnkey Projects in Taiwan: An Empirical Study of Power Distribution Substation Projects*", penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab keterlambatan proyek yang berakibat pada keterlambatan pada proyek *turkey* di Taiwan. Metode yang digunakan pad penelitian ini adalah melalui wawancara para ahli, survei kuisioner dan Analisa statisik, penelitian ini mengungkapkan bahwa dari beberapa faktor keterlambatan yang mempengaruhi jadwal dari proyek itu sendiri, penelitian

ini di ungkapkan bahwa dari 27 faktor yang mempengaruhi keterlambatan adalah keterlibatan politik dan persaingan public, selain itu dalam penelitian ini mengusulkan berbagai strategi dari prespektif pemilik proyek, kontraktor turnkey disainer yang dapat di gunakan untuk membantu pencegahan keterlambatan proyek pada proyek turnkey serupa.

Selanjutnya penelitian George Agyekum-Mensah, Andrew David Knight (2017), Banyak peneliti memiliki definisi berbeda untuk 'menunda'; Namun, dalam penelitian ini keterlambatan didefinisikan secara sederhana sebagai 'ketidakmampuan untuk memenuhi waktu yang dijadwalkan'. Penundaan diklasifikasikan menjadi dua tipe utama, dapat dimaafkan dan tidak bisa dimaafkan. Pada umumnya, keterlambatan yang dapat dimaafkan adalah penundaan dimengerti oleh para pihak dan tidak dapat dimaafkan adalah tipe yang berlawanan (Conlin dan Retik, 1997). Trauner (2009) berpendapat bahwa ada dua jenis keterlambatan yang dapat dimaafkan; yang mana dapat dikompensasi dan tidak dapat dikompensasi. Penundaan yang dapat dikompensasi biasanya terjadi di tempat kontraktor berada diganti dalam waktu dan biaya. Ini biasanya penundaan yang diinisiasi klien tetapi kompensasi sebaliknya. Penundaan proyek konstruksi dapat dikaitkan dengan berbagai alasan dan dapat diprakarsai oleh salah satu pemangku kepentingan pada proyek. Atkinson (1999) mengklaim bahwa proyek konstruksi secara terus menerus digambarkan gagal. Sweis et al., (2008) bersikeras itu meskipun teknologi canggih dan teknik manajemen proyek tersedia untuk praktisi, proyek konstruksi mengalami penundaan. Survei kuesioner oleh Fallahnejad (2013 hal. 143-145) menyimpulkan paling banyak penyebab penting keterlambatan adalah “bahan impor, durasi proyek tidak realistis, materi terkait, eksplorasi tanah, perubahan urutan, metode pemilihan kontraktor, pembayaran kepada kontraktor, mendapatkan izin, pemasok, dan arus kas kontraktor”. Kuesioner serupa survei yang dilakukan oleh Sambasivan dan Soon (2007 hal. 526) di Malaysia juga diakhiri dengan sepuluh penyebab keterlambatan. Ini adalah “perencanaan kontraktor yang tidak tepat, lokasi kontraktor yang buruk manajemen, pengalaman kontraktor yang tidak memadai, keuangan dan pembayaran klien yang tidak memadai untuk pekerjaan, masalah dengan subkontraktor, kekurangan bahan, pasokan tenaga kerja, peralatan

ketersediaan dan kegagalan, kurangnya komunikasi antara pihak, dan kesalahan selama tahap konstruksi”.

Dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa perencanaan dan manajemen proyek yang buruk adalah penyebab penundaan yang signifikan. Penelitian lain dilakukan di Malaysia oleh Memon (2014) mengidentifikasi faktor top yang sedikit berbeda dari Sambasivan dan Segera (2007). Memon (2014) menetapkan hal-hal berikut sebagai faktor utama: desain yang sering perubahan, perubahan dalam ruang lingkup proyek, kesulitan keuangan pemilik, keterlambatan dalam pengambilan keputusan dan kondisi dasar yang tidak terduga. Studi ini menetapkan 32 penyebab keterlambatan; Namun, perencanaan yang kurang atau buruk dan masalah manajemen lazim. Ini menggantikan menunggu informasi, variasi ketertiban, dan masalah tanah diidentifikasi 30 tahun lalu oleh Sullivan dan Harris (1986) di Inggris. Sekali lagi, McCord et al. (2015) mengidentifikasi kekurangan dalam manajemen lokasi, tidak efektif strategi komunikasi dan kurangnya koordinasi antara para pemangku kepentingan utama. Secara lebih luas lihat, temuan penelitian ini adalah perpanjangan untuk sastra karena menetapkan 'dunia nyata' penyebab keterlambatan alih-alih tema bergulir yang dikumpulkan dalam literatur. Misalnya saja menetapkan bahwa keputusan komersial yang buruk, dan kesehatan dan keselamatan diklaim sebagai utama penyebab keterlambatan proyek konstruksi. Selain itu, praktisi menyarankan untuk meremehkan kompleksitas proyek sama-sama menyebabkan keterlambatan. Tema-tema ini, termasuk inisial yang tidak jelas tujuan proyek dan cakupan creep, jarang dibahas dalam manajemen konstruksi sastra sebagai penyebab keterlambatan milenium ini. Tercatat bahwa creep lingkup adalah masalah meskipun pemberian perpanjangan waktu, publik, dan sebagian besar peneliti, hanya tertarik pada tanggal penyelesaian yang diusulkan awal.

Dengan demikian setiap overrun ke aslinya ditetapkan tanggal penyelesaian diklasifikasikan sebagai penundaan. Pengerjaan sangat buruk dan kurangnya bahan yang telah dibahas dalam sebagian besar studi dari negara-negara berkembang, tidak diangkat oleh peserta penelitian ini, lebih ditekankan pada pengalaman manajemen dan kompetensi. Penyebab lain keterlambatan seperti cuaca dan lambatnya persetujuan peringkat di antara yang teratas tidak disarankan

oleh peserta dalam penelitian ini. Kesimpulan Para penulis mengeksplorasi dan memverifikasi penyebab keterlambatan dari perspektif profesional dalam pasca era 2010-an di industri konstruksi sebagai penundaan proyek tetap menjadi salah satu yang terbesar tantangan. Dominasi strategi kuantitatif dalam memeriksa penyebab keterlambatan tidak memungkinkan wawasan yang lebih dalam atau segar, tidak cocok untuk memahami 'kehidupan nyata'. Dikatakan bahwa masalah operasional seperti penyebab keterlambatan dapat spesifik untuk suatu negara dan / atau era. ini Oleh karena itu penting bahwa pengalaman para praktisi dieksplorasi daripada diperdebatkan mendaur ulang atribut lain dari studi yang ada, dari berbagai negara, dengan potensi analisis bias secara statistik. Studi ini berkontribusi pada pemahaman yang lebih baik tentang penyebab keterlambatan dengan menggunakan strategi penelitian kualitatif yang terbatas dalam manajemen konstruksi literatur.

M. XieK.C. TanK.H. Goh X.R. Huang, (2000) penelitian ini banyak mengoptimalkan *prioritization* dapat digunakan sebagai metode pembentuk masalah terlebih dahulu, dengan semua masalah dikelompokkan berdasarkan metode *ranking* dibuat berdasarkan *criticality* nya. Dengan menggunakan pendekatan metode ini keseluruhan *ranking* dalam keseluruhan nya dapat di petakan kedalam *fault tree analysis*. Dengan menggunakan pendekatan *fault tree analysis* ini bahwa permasalahan awal dapat diketahui berdasarkan rangking yang telah dibuat sebelumnya sehingga dengan *fault tree analysis* sudah dapat diperkirakan *event* yang mendukung terjadinya kendala semacam ini.

Youngjung Geum, Hyeonju Seol, Sungjoo Lee, Yongtae Park (2009), pendekatan yang digunakan adalah menggunakan metode *Fault tree analysis* terkait dengan penelitian yang dilakukan, yaitu dengan mengemukakan *basic event* yang esensial dimana tiap-tiap failure dicatat, sehingga kontribusi dalam sebuah event dapat dianalisa.

Pada table 2.2 dibawah ini merupakan beberapa kajian yang pernah di lakukan sebelumnya.

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

Penulis	Judul Artikel	Permasalahan / Tujuan	Metode	Hasil Penelitian
Silvianita, Dirgha S Mahandek and Daniel M Rosyid, (2015)	<i>Fault Tree Analysis for Investigation on the Causes of Project Problems</i>	Mencari akar permasalahan terhadap keterlambatan proyek	Fault tree analysis method	Menganalisis keterlambatan proyek dengan menemukan faktor-faktor yang berkontribusi besar terhadap keterlambatan proyek.
Jia Yau, Bin Yang (2012)	<i>Factors Causing Design Schedule Delays in Turnkey Projects in Taiwan: An Empirical Study of Power Distribution Substation Projects</i>	Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Jadwal Desain di Turnkey Projects di Taiwan	Strategi Analisa	Faktor-faktor penyebab terjadinya keterlambatan di lihat dari sisi jadwal disain pada turnkey proyek, metode strategi Analisa
George Agyekum-Mensah, Andrew David Knight (2017)	<i>The professional's perspective on the causes of project delay in the construction industry</i>	Mencari akar permasalahan terhadap penyebab terjadinya keterlambatan pada proyek proyek konstruksi	Studi Literatur mencari penyebab keterlambatan dengan cara interview para professional	Memberikan pemahaman yang lebih baik tentang penyebab keterlambatan dengan menggunakan strategi penelitian kualitatif yang terbatas dalam manajemen konstruksi

Penulis	Judul Artikel	Permasalahan / Tujuan	Metode	Hasil Penelitian
				literatur.
Toufiic M, Mezher Wissam Tawil, (1998)	<i>Causes of delays in the construction industry in Lebanon</i>	Mengidentifikasi penyebab terjadinya 64 keterlambatan proyek konstruksi	Literatur review dan wawancara	Membuat sebuah ranking terhadap factor factor penyebab terjadinya keterlambatan
M. XieK.C. TanK.H. Goh X.R. Huang, (2000),	<i>Optimum prioritisation and resource allocation based on fault tree analysis</i>	Membuat prioritas terhadap pengoptimalan	Fault tree analysis	Membuat pendekatan dengan menggunakan AND gate terhadap top event atas keterlambatan proyek
Youngjung Geum, Hyeonju Seol, Sungjoo Lee, Yongtae Park (2009)	<i>Application of fault tree analysis to the service process: service tree analysis approach</i>	Mencari pendekatan terhadap sebuah proses layanan	FTA	Memberikan usulan terhadap keakurasian terhadap suatu proses layanan dengan menggunakan metode FTA

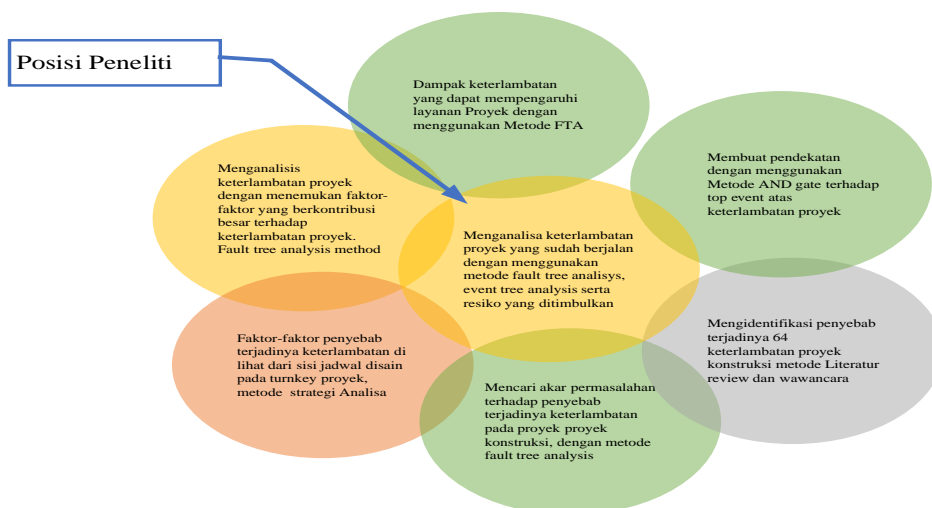
Penelitian-penelitian tersebut bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan keterlambatan proyek menggunakan beberapa metode seperti studi literatur, metode penyelesaian *fault tree analysis*, walaupun menggunakan metode

fault tree analysis tetapi dalam penelitian tersebut hanya satu sumber yang dipaparkan didalamnya.

2.14 Posisi penelitian

Salah satu tujuan dari studi literatur terhadap penelitian terdahulu adalah agar dapat menentukan posisi penelitian yang sedang dilakukan saat ini. Permasalahan Keterlambatan proyek konstruksi menjadi perhatian para peneliti hingga saat ini, pada penelitian ini penulis akan melakukan analisis terhadap permasalahan keterlambatan proyek *fiscal metering system* dengan menggunakan metode *fault tree analysis*, dimana tentunya penelitian ini sangat berbeda dengan beberapa penelitian terdahulu, dimana faktor-faktor penyebab keterlambatan akan penulis hadirkan secara komperhensif dimana tidak hanya dari satu *event* tertentu tetapi akan dihadirkan lebih detail dari beberapa *event* yang melekat dalam keseluruhan aktivitas yang melekat dalam pengerjaan proyek *fiscal metering system*. detail disain engineering nya saja tapi beberapa fakto-faktor yang akan dimunculkan dalam analisis ini.

Dalam gambar 2.16 dibawah ini menunjukan bahwa posisi penelitian sebelumnya serta hubungan antar peneliti satu sama lain.



Gambar 2.16 Hubungan dan posisi penelitian terdahulu dengan penelitian ini dalam topik keterlambatan proyek

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

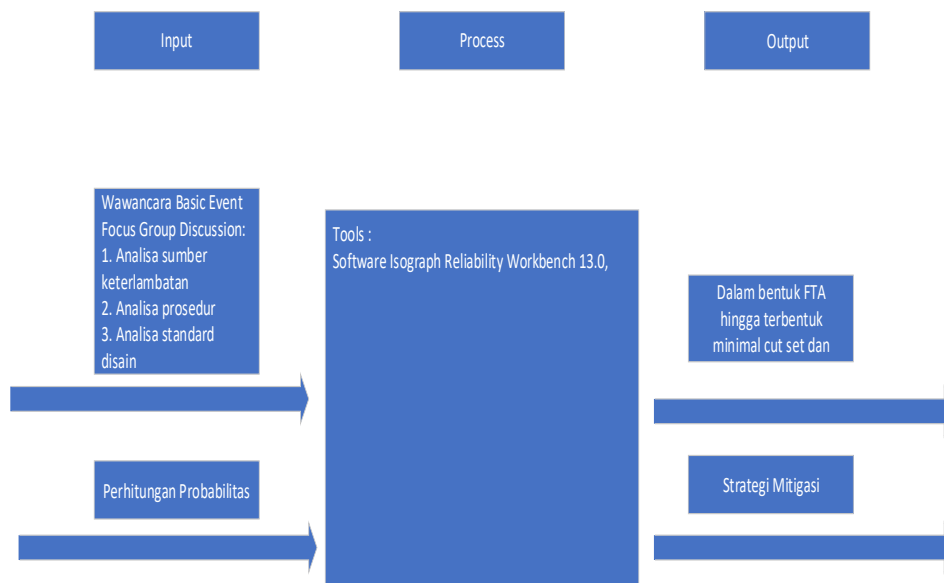
Penelitian ini merupakan penelitian studi kasus dimana ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang menyebabkan keterlambatan pada proyek *fiscal metering system* yang sudah berjalan. Penelitian ini menjelaskan tentang hal-hal yang berkaitan dengan langkah-langkah yang akan dilakukan untuk mengetahui tentang keterlambatan proyek *fiscal metering system*. Pembahasan yang dilakukan meliputi desain atau strategi penelitian, tahapan/proses penelitian, variabel penelitian, instrumen penelitian, metode pengumpulan data, dan metode analisis. Pemilihan metode ini berdasarkan pertimbangan bahwa metode ini sangat cocok dengan fenomena yang terjadi hal ini berangkat dari data yang ada. Disain pada system yang ada sangat cocok untuk menggali informasi data yang menjadi penyebab terjadinya ketelambatan dalam proyek *fiscal metering*.

3.1 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan metode wawancara dan kusioner, dimana kusioner tersebut disebar diinternal PT XYZ dan kontraktor yang terlibat dalam kegiatan pembangunan proyek *fiscal metering system*. Penelitian yang dilakukan selama masa pandemi ini dilakukan dengan metode pengiriman email, mengingat untuk tatap muka selama pandemi ini tidak diperkenankan oleh pimpinan PT XYZ.

3.2 Diagram Sistematis Penelitian

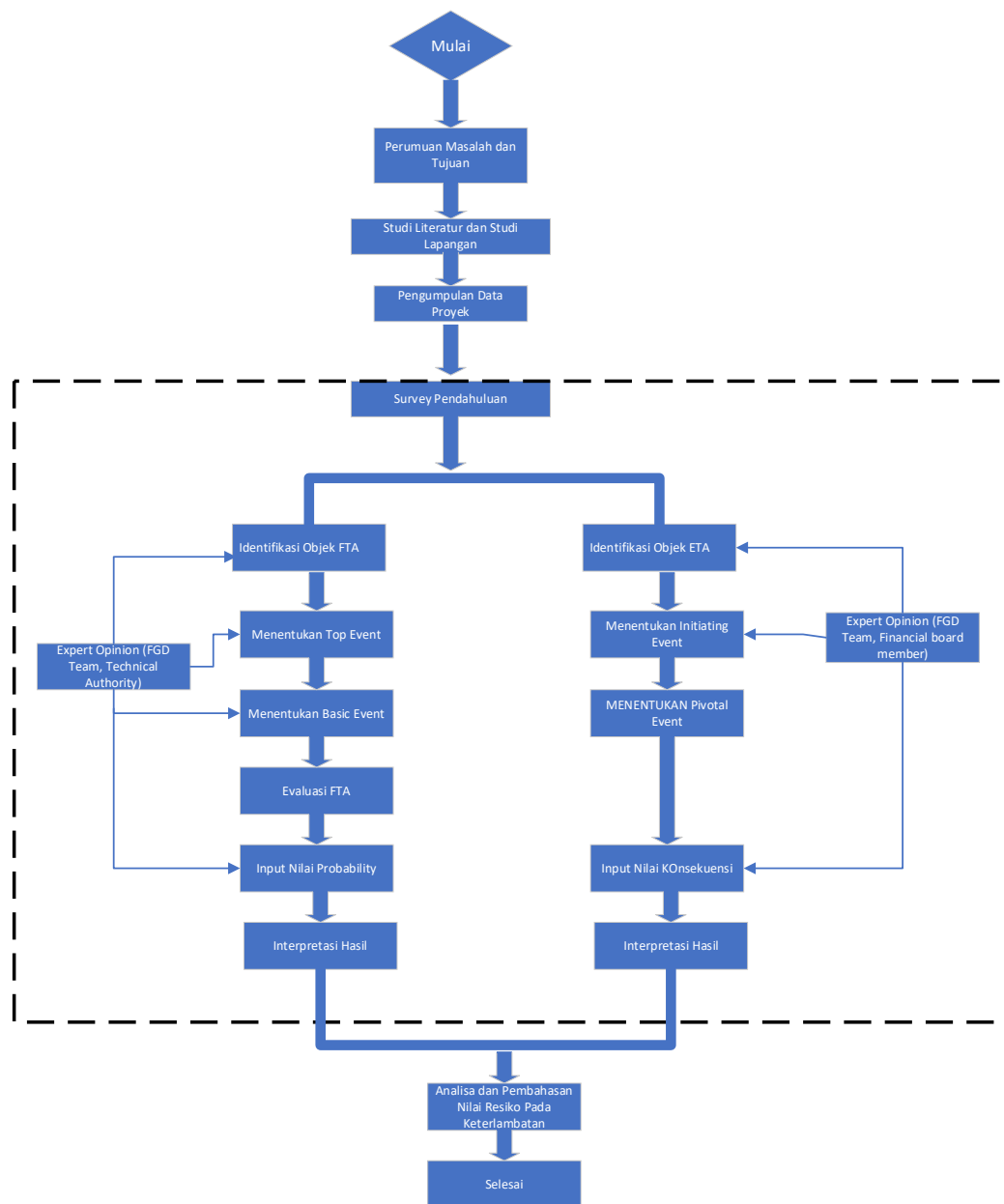
Dalam gambar 3.1 dibawah ini merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam mengkonstruksi penelitian ini.



Gambar 3.1 Diagram Input Output

3.3 Alur Penelitian

Diagram alir pada gambar 3.2 dibawah ini merupakan langkah-langkah yang dilakukan oleh peneliti terkait dengan, pembangunan proyek *fiscal metering system* ini.



Gambar 3.2 Kerangka penelitian

3.4 Desain dan Strategi Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian studi kasus atas keterlambatan dari proyek yang sudah berjalan dimana obyek proyek yang diteliti adalah proyek pembangunan *fiscal metering system* dengan pendekatan kualitatif, Analisa ini dilakukan untuk mengetahui sebab-sebab terjadinya keterlambatan pada proyek tersebut. Dalam hal ini pengujian kasus ini berguna untuk uji secara rinci menggunakan metode *Fault tree Analysis*. Dimana metode ini digunakan untuk

mengidentifikasi permasalahan yang terjadi terkait dengan permasalahan keterlambatan proyek yang terjadi.

3.5 Proses Penelitian

1. Pengumpulan Data (*survey* pendahuluan)

Survey pendahuluan ini dilakukan untuk mengetahui daftar *variable* yang tidak digunakan dalam penelitian ini, kriteria penentuan *variable* tersebut berdasarkan *survey* kepada responden dimana penilaian probabilitas tersebut dilakukan menggunakan system nilai atau skor dari *survey*.

Tabel 3.1 dibawah ini merupakan *survey* pendahuluan dan dapat dilihat pada lampiran 1, pada *survey* ini akan dilihat faktor-faktor apa saja yang tidak diikutsertakan, mengingat hal ini bertujuan sebagai konsentrasi penelitian. Hasil yang didapatkan merupakan rekomendasi FGD *team* bahwa faktor-faktor tersebut tidak bisa dijadikan sebagai rujukan. Hal ini yang nantinya akan dibuktikan pada pilihan responden yang menyetujui dan tidak menyetujui dengan nilai probabilitas dibawah 50% sehingga peneliti berasumsi pada kecenderungan jawaban tersebut tidak untuk dijadikan sebagai kajian untuk tahap berikutnya.

Tabel 3.1 Survey Pendahuluan

[illegible]

Pengumpulan data ini dapat berguna untuk mendukung hipotesa yang yang di keluarkan dari penelitian, dimana data-data yang digunakana sangat berhubungan dengan evaluasi dari kinerja proyek yang berfungsi sebagai bahan Analisa dari kondisi yang ter kini dari perusahaan dimana didalamnya sebagai obyek penelitian, dalam hal ini data data yang dijadikan sebagai referensi adalah:

- a. Data mengenai *fiscal metering* skid.
- b. Data waktu pengerjaan (*schedule*) proyek yang dimiliki
- c. Data untuk kendala kendala yang ada pada proyek saat pelaksanaan proyek.
- d. Data mengenai fasilitas produksi yang dimiliki.
- e. Membuat kuisisioner untuk mencari faktor dan *probability basic event, pivotal event* ETA serta penentuan *risk matrix*.

2. *Focus Group Discussion*

Dalam menentukan anggota didalam *focus Group Discussion* (FGD) ini, FGD team untuk konsentrasi pada *Fault tree analysis* (FTA) ini terdiri dari 6 (enam) orang yang terdiri dari *Project Manager, Manager Engineering, Sr Engineer, Manager Procurement, supervisor human rescue* (HRD), *Supervisor pengawas lapangan* yang mempunyai pengalaman dalam bidang metering pada *oil and gas industries* 10-15 tahun. Adapun anggota FGD team untuk konsentrasi *Event tree analysis* (ETA) terdiri dari 2 (dua) orang yaitu *Manager financial, Manager Legal and Compliance* data-data yang diambil dalam penelitian ini merupakan data-data yang tersaji dalam struktur organisasi *metering system*, peneliti terlebih dahulu mempelajari struktur organisasi, yang terlibat dalam proyek *fiscal metering system*. Adapun struktur organisasi yang terlibat secara langsung terhadap project *fiscal metering* adalah :

- a. Pihak Project: Project Manager Representative dari PT XYZ yang bertugas sebagai *Company Representative* terhadap proyek pembangunan *fiscal metering system*, dimana kriteria yang dimiliki sebagai berikut yaitu bertanggung jawab

merencanakan dan mengawasi proyek serta memastikan penyelesaiannya proyek tepat waktu dan sesuai anggaran. Dimana bertugas untuk memantau kemajuan, dan terus memberi informasi kepada pemangku kepentingan. Dengan *background* Pendidikan minimal S1 dari bidang engineering, pengalaman dalam bidang *Project Management* pada PT XYZ 10 tahun.

- b. Pihak Engineering: *Manager Engineering Development*, menjabat sebagai Manager engineering yang membawahi beberapa fungsi Engineering discipline, bertanggung jawab untuk memastikan proyek-proyek utama dan dengan tugas mengenyetujui tugas yang berkaitan teknis dalam refinery unit terpenuhi sesuai dengan standard kebutuhan. Serta menyelesaikan masalah teknik apa pun yang muncul dalam sebuah proyek.

Dengan *background* Pendidikan minimal S1 dari bidang engineering, pengalaman dalam bidang *Manager Engineering* pada PT XYZ 15 tahun.

- c. Pihak Engineering : *Sr Engineer* (berbagai discipline), engineering development yang beranggotakan para *Sr engineer* rekayasa yang berpengalaman dalam bidang rekayasa industry dala semua discipline (*Piping, instrument, electrical, civil, mechanical*), bertanggung jawab terhadap proyek-proyek utama dan tugas-tugas mempersiapkan segala macam kebutuhan teknis dalam refinery unit yang sangat kritikal terpenuhi sesuai dengan standard kebutuhan. Serta menyelesaikan masalah teknik apa pun yang muncul dalam sebuah proyek.

Dengan *background* Pendidikan minimal S1 dari bidang engineering, pengalaman dalam bidang *Engineering* pada PT XYZ 10 tahun.

- d. Pihak Procurement: *Procurement engineer/Procurement department*, yang bertugas merencanakan pembelian atau penyediaan material yang dibutuhkan sesuai dengan spesifikasi yang diberikan, mencari vendor atau supplier yang dapat memenuhi ketentuan atau spesifikasi yang diinginkan, dapat menganalisa perbandingan biaya pembelian dari Supplier atau vendor, menegosiasikan harga, meminta pengiriman sesuai dengan waktu yang telah ditentukan, dapat memonitoring *delivery time* barang atau *equipment* yang telah di *procure*, melakukan kontrol *equipment long lead item*,

Dengan *background* Pendidikan minimal S1 dari bidang engineering, pengalaman dalam bidang *procurement* pada PT XYZ 10 tahun.

- e. Pihak *Engineering* : *Engineer* (berbagai discipline), engineering development yang beranggotakan para *engineer* rekayasa yang berpengalaman dalam bidang rekayasa industry dala semua discipline (*Piping, instrument, electrical, civil, mechanical*), bertanggung jawab menyiapkan report Analisa permasalahan dalam proyek, dimana report yang diberikan dapat dijadikan untuk usulan-usulan ke engineeringan pada tiap tahun serta bertanggung jawab terhadap area-area *oil movement* (metering area).

Dengan *background* Pendidikan minimal S1 dari bidang engineering, pengalaman dalam bidang *Engineering* pada PT XYZ 8 tahun.

- f. Pihak *Manager Contraction Engineer* : *Manager Engineer* konstruksi, tanggung jawab terhadap pekerjaan-pekerjaan konstruksi dengan mendvelop rencana konstruksi dalam proyek, manage proyek konstruksi, *approval* prosedur terkait perihal konstruksi serta berkomunikasi antar fungsi dilapangan terkait dengan proyek konstruksi yang sedang dikerjakan.

Dengan background Pendidikan minimal S1 dari bidang engineering, pengalaman dalam menjadi *construction engineer* pada PT XYZ 10 tahun.

- g. Pihak Operation dan Maintenance *Team* : Member dari team operasi dan perawatan adalah karyawan yang sudah menangani peralatan *metering system* yang berada di lokasi PT XYZ.

Dengan *background* Pendidikan S1 dari bidang engineering, pengalaman menjadi *operation & maintenance* pada PT XYZ 10 tahun.

- h. Pihak vendor (*packager metering system*) / pihak kontraktor EPC, merupakan packager yang memiliki sertifikasi dari MIGAS serta spesialis dibidang pembangunan *fiscal metering system*, dimana scope pekerjaan yang di kerjakan hanya *metering system* pada perusahaan-perusahaan *oil and gas* saja. Perusahaan ini mempunyai pengalaman dibidang *metering system* selama 20 tahun.

- i. Pihak *Supervisor Engineering* : *Supervisor Engineering* (berbagai discipline), engineering development yang bertanggungjawab untuk mensupervisi pekerjaan pada area selatan, bertanggung jawab terhadap proyek-proyek yang berada dilokasi area selatan dan tugas-tugas men supervise

segala macam kebutuhan teknis dalam refinery unit area selatan.

Dengan *background* Pendidikan minimal S1 dari bidang engineering, pengalaman dalam bidang *Engineering* pada PT XYZ 10 tahun.

j. Pihak *Human Resources* : *Supervisor Human Resources, Human Resources department* yang bertanggung jawab untuk mensupervisi pekerjaan yang berkaitan dengan ketenagakerjaan, perekrutan karyawan baru, seleksi karyawan. Dengan *background* Pendidikan minimal S1 dari bidang Psikologi, pengalaman dalam bidang HR pada PT XYZ 10 tahun.

k. Pihak Supervisi Pengawas Lapangan : Supervisi pengawas Lapangan, tanggung jawab terhadap pekerjaan-pekerjaan konstruksi dengan mengawasi pekerjaan konstruksi dan instalasi sesuai dengan ke-*engineeringan*, supervise lapangan biasanya diambil dari mitra kerja dari PT XYZ untuk pengawas lapangan.

Dengan background Pendidikan minimal S1 dari bidang engineering, pengalaman dalam menjadi pengawas lapangan pada PT XYZ 10 tahun.

Dengan mempertimbangkan struktur organisasi tersebut, maka anggota FGD dipilih masing-masing tim sesuai dengan fungsi dan tugasnya.

3.6 Profil Responden

Dalam penyebaran kuisioner ini peneliti melakukan penyebaran secara merata didalam lingkungan PT XYZ, dalam penyusunan diagram FTA dan ETA yang dapat dilihat selengkapnya dilampiran. Data koresponden yang dipilih

berdasarkan dengan permasalahan terkait dengan keterlambatan yang sedang diteliti, variable yang ditentukan berdasarkan diskusi secara komperhensif dengan para tenaga ahli didalam PT XYZ.

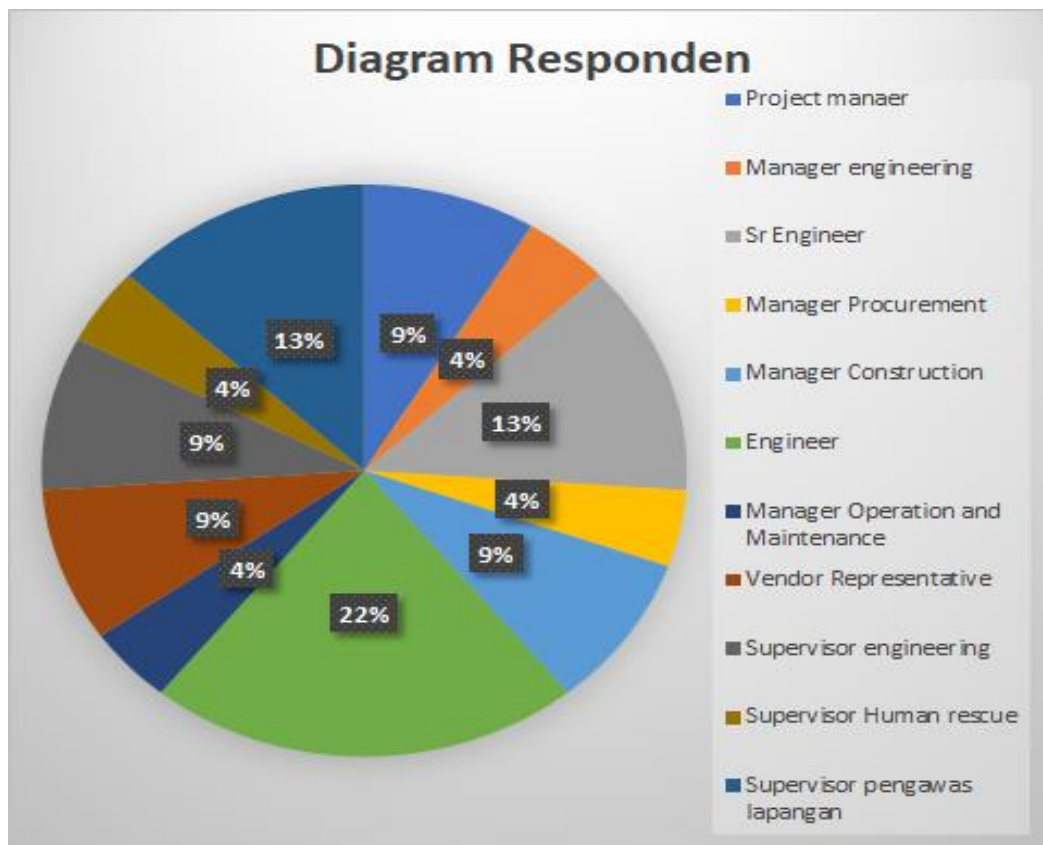
Dari penyebaran kusioner telah dilakukan ke 50 responden, dengan klasifikasi respon terbaik yang memiliki bobot jawaban dengan penjelasan yang lengkap dan komperhensif serta dilatarbelakangi dengan kualifikasi dari responden yang merupakan tolak ukur dalam menentukan jawaban terbaik ini dimana kualifikasi tersebut adalah : memiliki pengalaman kerja dalam meng *handle* proyek *fiscal metering system* dalam lingkup kerja *refinery unit* selama 15 tahun, mengikuti dan memiliki sertifikasi training *Flow Metering and Custody Transfer* dari Lembaga sertifikasi nasional, memiliki sertifikasi sebagai kalibrator alat ukur dari Lembaga sertifikasi nasional. Table 3.2 dibawah ini merupakan daftar responden dengan memiliki respon terbaik, hal ini dilatarbelakangi memiliki kualifikasi diatas dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan mengenai permasalahan keterlambatan proyek *fiscal metering system*.

Tabel 3.2 Data Responden

No	Jabatan	Jumlah	Pengalaman Kerja	Klasifikasi
1	<i>Project Manager A</i>	1	16 tahun	Memiliki kualifikasi
3	<i>Manager Engineering</i>	1	16 tahun	Memiliki kualifikasi
4	<i>Sr Engineer (piping, instrument, electrical, mechanical)</i>	4	16 tahun	Memiliki kualifikasi
5	<i>Procurement Manager</i>	1	16 tahun	Memiliki kualifikasi (posisi sebelumnya adalah

No	Jabatan	Jumlah	Pengalaman Kerja	Klasifikasi
				<i>Manager Engineering)</i>
6	<i>Construction Manager</i>	1	17 tahun	Memiliki kualifikasi
7	<i>Packager Engineer (Vendor)</i>	1	20 tahun	Memiliki kualifikasi
8	<i>Manager Human Resources</i>	1	17 tahun	Memiliki kualifikasi (posisi sebelumnya adalah Kabag Project Engineering)
9	Supervisor pengawas lapangan	1	18 tahun	Memiliki kualifikasi

Dari 11 jawaban yang dipilih maka jawaban tersebut didiskusikan melalui forum group discussion (FGD) dari tenaga ahli yang sangat expert dalam bidang *fiscal metering system* yang dimiliki oleh PT XYZ serta mengundang packager yang berpengalaman dalam hal ini dalam memberikan jawaban.



Gambar 3.3 Diagram Responden

3.7 Identifikasi Data *Fault Tree Analysis* (FTA)

Dari hasil diskusi dengan team FGD maka ditetapkanlah tujuan penggunaan dari FTA, hal ini untuk mendapatkan sumber permasalahan dari keterlambatan pembangunan proyek *fiscal metering system*, dengan merujuk pada hasil wawancara yang didapat dimana hasil wawancara dan dapat dilihat dalam **Lampiran 2**, peneliti mulai mengidentifikasi faktor-faktor yang menjadi permasalahan dalam pembangunan proyek *fiscal metering system*, serta pencegahan sehingga proyek dapat berjalan dengan baik. Dalam table 3.2 dibawah ini merupakan resume dari hasil wawancara bersama, dari wawancara yang dilakukan identifikasi permasalahan

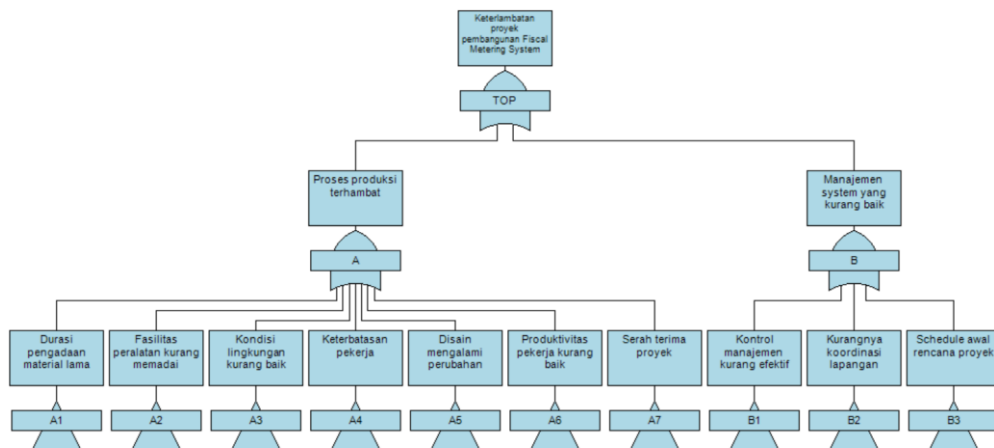
Tabel 3.3 Hasil Identifikasi berdasarkan Kuisisioner

No	Jenis Permasalahan	Metode	Keterangan
1	Proses Produksi Terganggu, dimana faktor-faktor penyebabnya sebagai berikut :	Pengambilan informasi melalui metode wawancara dengan cara menyebarkan kuisisioner	Data yang diambil merupakan data yang akan dijadikan top event
	a. Delivery time material yang memakan waktu cukup lama		Data ini merupakan data intermediate yang dihasilkan dari interaksi kejadian kegagalan
	b. Kondisi peralatan kurang layak dipakai		Data ini merupakan data intermediate yang dihasilkan dari interaksi kejadian kegagalan
	c. Pengaruh terhadap kondisi lingkungan		Data ini merupakan data intermediate yang dihasilkan dari interaksi kejadian kegagalan
	d. Jumlah pekerja yang terbatas		Data ini merupakan data intermediate yang

No	Jenis Permasalahan	Metode	Keterangan
			dihasilkan dari interaksi kejadian kegagalan
	e. Disain engineering mengalami perubahan		Data ini merupakan data intermediate yang dihasilkan dari interaksi kejadian kegagalan
	f. Produktivitas pekerja yang kurang signifikan		Data ini merupakan data intermediate yang dihasilkan dari interaksi kejadian kegagalan
	g. Penyerahan proyek		Data ini merupakan data intermediate yang dihasilkan dari interaksi kejadian kegagalan
2	Manajemen system yang kurang baik	Pengambilan informasi melalui metode wawancara dengan cara menyebarkan kusioner	Data yang diambil merupakan data yang akan dijadikan top event

No	Jenis Permasalahan	Metode	Keterangan
	a. Control terhadap manajemen kurang efektif		Data ini merupakan data intermediate yang dihasilkan dari interaksi kejadian kegagalan
	b. Kurangnya komunikasi lapangan		Data ini merupakan data intermediate yang dihasilkan dari interaksi kejadian kegagalan
	c. Schedule awal rencana proyek banyak yang tidak sesuai setelah pelaksanaan		Data ini merupakan data intermediate yang dihasilkan dari interaksi kejadian kegagalan

Analisa dari table diatas bahwa bersama-sama dengan FGD *team* membentuk *fault tree analysis*, data diatas merupakan *top event* dari keterlambatan pembangunan proyek *fiscal metering system*. Diagram 3.1 merupakan konstruksi dari data yang telah didapatkan, FGD *team* sudah memutuskan bahwa diagram 3.1 merupakan penyebab terjadinya kegagalan dari proyek pembangunan *fiscal metering system*



Gambar 3.4 Hasil wawancara *Top Event* Pendahuluan

3.8 Identifikasi Data *Event Tree Analysis* (ETA)

Untuk identifikasi skenario dampak/efek dari risiko-risiko keterlambatan yang akan terjadi, penelitian ini menggunakan bantuan metode *Event Tree Analysis* (ETA *Event tree analysis* merupakan metode yang dipergunakan untuk menganalisis berbagai dampak yang diakibatkan oleh suatu kejadian yang dikaji. Metode ini digunakan untuk memperkirakan dan menilai probabilitas dari setiap konsekuensi yang dapat muncul dari suatu kejadian. Sehingga metode sebagai acuan dalam mengantisipasi berbagai konsekuensinya.

Langkah pertama dalam proses analisis menggunakan metode *event tree analysis* adalah dengan menggambar sedetail mungkin bagian sistem yang berhubungan dengan kejadian utama yang dikaji. Langkah ini dilakukan untuk memperoleh hasil perkiraan kejadian-kejadian yang mungkin terjadi setelah terjadinya kejadian utama tersebut. Proses ini sangat bergantung pada bagian sistem yang digambarkan, semakin detail maka semakin banyak pula kejadiankejadian yang diperkirakan. Hasilnya konsekuensi atau skenario yang dapat diperkirakan cenderung semakin *valid*.

Langkah kedua adalah dengan menggambar *event tree diagram* sesuai dengan seluruh kejadian-kejadian yang telah diperkirakan. Setiap kejadian pada tiap diagram berbentuk sebuah pertanyaan yang dapat dijawab dengan “ya” atau

“tidak”. Setiap jawaban menginisiasi kejadian terkait yang lain dan terus dilakukan hingga diketahui konsekuensi akhir dari setiap cabang kejadian perkiraan.

Langkah ketiga merupakan tahap mencari nilai kemungkinan (*probability*) atas jawaban dari setiap kejadian perkiraan yang tertera pada diagram. Total nilai kemungkinan untuk setiap kejadian kemudian dikalikan dengan nilai kemungkinan jawaban dari kejadian yang lain yang sesuai dengan alur konsekuensi yang dituju, sehingga didapat nilai kemungkinan dari setiap

konsekuensi pada diagram. Total nilai kemungkinan dari keseluruhan konsekuensi pada diagram harus berjumlah 1 atau 100%. Jika nilai total kemungkinan tidak sama dengan 1 atau 100% maka diagram tersebut perlu dicek ulang untuk mencari kemungkinan kesalahan pada proses penjumlahan ataupun kesalahan dalam proses memasukkan nilai kemungkinan pada tiap kejadian.

Adapun prosedur dan langkah-langkah untuk melakukan *Event Tree Analysis* terdiri dari tujuh langkah berikut:

1. Menentukan sistem atau kegiatan yang menarik. Tentukan dari sistem atau kegiatan analisis pohon kejadian yang akan dilakukan.
2. Mengidentifikasi *Initial Event* yang menarik. Melakukan penilaian tingkat risiko untuk mengidentifikasi peristiwa yang menarik untuk pembahasan pada analisis.
3. Mengidentifikasi *Pivotal Event* bertujuan untuk berbagai perlindungan (garis jaminan) yang akan membantu mengurangi konsekuensi dari kejadian awal. Garis-garis ini jaminan mencakup sistem rekayasa dan tindakan manusia.
4. Tentukan skenario dampak kegagalan. Untuk setiap kejadian awal, menentukan berbagai skenario dampak kegagalan yang dapat terjadi.
5. Menganalisis urutan hasil kegagalan. Untuk setiap hasil dari pohon kejadian, menentukan frekuensi yang tepat dan konsekuensi yang menjadi ciri hasil tertentu.
6. Merangkum hasil dari analisis *Event Tree* yang menghasilkan berbagai urutan kecelakaan yang harus dievaluasi dalam analisis secara keseluruhan.
7. Menggunakan hasil dalam pengambilan keputusan. Mengevaluasi rekomendasi dari analisis dan manfaat. Manfaat dapat mencakup peningkatan

keselamatan dan kinerja lingkungan, penghematan biaya, atau output tambahan. Menentukan kriteria pelaksanaan dan rencana.

Dalam table 3.4 dibawah ini merupakan resume dari hasil wawancara bersama untuk menentukan pivotal event.

Tabel 3.4 Hasil *Pivotal activities*

No	Event	Keterangan
1	Initiating event	Kegagalan pembangunan proyek
2	Pendanaan proyek	Arus pendanaan lancar
3	Proses pengadaan barang untuk kebutuhan proyek	Berharap untuk tepat waktu
4	Issue terkait dengan tenaga ahli dalam pengerjaan	Memiliki skil dan sertifikasi
5	Jumlah volume peralatan yang sudah memenuhi standard kelayakan pakai	Bisa terpakai atau tidak
6	Proses evaluasi produksi terlaksana dengan baik	Tidak adanya delay prooyek

Dalam tahap ini peneliti mempersiapkan rekonstruksi dari diagram ETA, dimana disusun *initiating event*, *pivotal event*, *output* dan *probability*.

Tabel 3.5 Tabel Pivotal event Dana Pembangunan Proyek

Pivotal Event	Probabilitas pelaksanaan	Rata rata
Dana Pembangunan Proyek		
Adanya keselarasan proyek antara pengusul dengan prioritas proyek sesuai dengan kebutuhan lapangan	0,7	
Nilai investasi dalam proyek memberikan keuntungan signifikan terhadap neraca keuangan perusahaan	0,7	0,7

Tabel 3.6 Tabel Pivotal event Proses Pengadaan Material

Pivotal Event	Probabilitas pelaksanaan	Rata rata
Proses Pengadaan Material Tepat		
Mempersiapkan material untuk melaksanakan proses fabrikasi untuk kebutuhan proyek sesuai dengan MTO	0,5	
Ketersediaan material dipasaran lokal	0,4	
DUrasi pengiriman material tepat waktu	0,6	
Ukuran dan spesifikasi material kurang sesuai dengan yang direncanakan	0,5	0,5

Tabel 3.7 Tabel Pivotal event Jumlah Pekerja Tercukupi

Pivotal Event	Probabilitas pelaksanaan	Rata rata
Jumlah Pekerja tercukupi, berpengalaman dan mempunyai sertifikasi		
Keahlian pekerja memadai	0,8	
Jumlah tenaga kerja untuk melakukan proses produksi	0,7	
Proses recruitment karyawan sesuai dengan standard perusahaan	0,7	
Tunjangan karyawan diberikan sesuai dengan kebijakan perusahaan	0,5	
Penerapan disiplin kerja	0,7	0,68

Tabel 3.8 Tabel Pivotal event Jumlah Peralatan

Pivotal Event	Probabilitas pelaksanaan	Rata rata
Jumlah peralatan yang sudah sesuai dengan standard penggunaan		
Peralatan yang dibutuhkan lengkap	0,9	
peralatan yang digunakan sudah memenuhi standard	0,9	
Perawatan peralatan yang dilakukan secara rutin sudah termasuk dengan re sertifikasi peralatan	0,9	
pemakaian peralatan sesuai dengan prosedur penggunaan dan tidak berlebihan	0,9	
Prosedur pemakaian peralatan sesuai dengan SOP yang berlaku	0,8	0,7

Tabel 3.9 Tabel Pivotal event Evaluasi Produksi Terlaksana

Pivotal Event	Probabilitas pelaksanaan	Rata rata
Proses evaluasi produksi terlaksana		
Schedule proyek yang berjalan sesuai dengan rencana	0,8	
Koordinasi antar lini berjalan dengan baik	0,7	
pengawasan pekerjaan terlaksana dengan baik	0,7	
Evaluasi pekerjaan terlaksana dengan baik	0,9	
Monitoring outstanding pekerjaan berjalan dengan baik	0,9	0,8

3.9 Analisa Tingkat Resiko

Pada analisis ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar risiko keterlambatan proyek pembangunan proyek *Fiscal Metering system*. Tingkat suatu risiko ditandai oleh faktor-faktor :

1. Peristiwa risiko (menunjukkan dampak negatif yang dapat terjadi pada keterlambatan proyek)
2. Probabilitas terjadinya risiko (atau frekuensi)
3. Keparahan (*severity*) dampak negatif/*impact*/konsekuensi negatif dari risiko yang akan terjadi

Probabilitas yang diperoleh dari seberapa sering terjadinya penyebab yang dihasilkan dari analisis fault tree dalam menentukan probabilitas terjadinya risiko keterlambatan dan rating konsekuensi keterlambatan yang didapat dari analisis *event tree* dalam mencari tingkat keparahan dampak yang akan terjadi akibat keterlambatan. Setelah didapat probabilitas dan impact dari kedua analisis tersebut, kemudian dipergunakan untuk proses penentuan tingkat risiko. Untuk mengetahui seberapa besar tingkat risiko pada keterlambatan proyek dapat diukur

dengan *risk matrik* seperti pada Tabel 3.10 . Adapun rumus untuk menghitung tingkat risiko dan risk matrix yang digunakan untuk mengetahui seberapa besar risiko keterlambatan adalah:

$$R = P * I \quad (2)$$

dimana :

R = Tingkat risiko I = Tingkat dampak (*Impact*) risiko yang terjadi

P = Kemungkinan (*Probability*) risiko yang terjadi

Tabel 3.10 Risk Matrix

				Qualitative	Proyek Pembangunan dengan dikenai denda antara 1 hari - 1 minggu	Proyek pembangunan fiscal metering system dikenai denda 500 juta – 4.9 M dan proyek mengalami keterlambatan antara 1 hari s/d 1 bulan	Proyek pembangunan proyek fiscal metering system dikenai denda 5 M – 499 M dan proyek mengalami keterlambatan antara 6 bulan s/d 2 tahun	Proyek pembangunan proyek fiscal metering system dikenai denda 500 M – 1 T dan proyek mengalami keterlambatan	Kegagalan dalam pembangunan proyek
				Rating	Negligible	Minor	Moderate	Major	Catastrophic
INDEKS FREKUENSI	Qualitative		Rating	FI					
	Kejadian selalu terjadi pada setiap kondisi	10^{-1}	Frequent	5	5	6	7	8	9
	Kejadian sering terjadi pada setiap kondisi	10^{-2}	Reasonably Probable	4	4	5	6	7	8
	Kejadian terjadi pada kondisi tertentu	10^{-3}	Remote	3	3	4	5	6	7
	Kejadian kadang terjadi pada kondisi tertentu	10^{-4}	Extremely Remote	2	2	3	4	5	6
	Kejadian jarang terjadi hanya pada kondisi tertentu	10^{-5}	Extremely Improbable	1	1	2	3	4	5

Keterangan :

Dari table 4.12 diatas

- 1 – 3 Low Risk, Resiko dengan tingkat kecil yang dapat diterima dan hanya dibutuhkan pengawasan lebih lanjut.
- 4 – 5 Moderate, Resiko dengan tingkat sedang yang bisa diterima dengan adanya mitigasi dan pengawasan lebih lanjut.

- 6 – 7 High Risk, resiko tingkat tinggi yang masih bisa diterima asalkan dengan adanya Tindakan mitigasi yang lebih khusus dan kajian ulangan terhadap system dan prosedur yang ada.
- 8 – 9 extreme risk, resiko dengan tingkat ekstrem yang tidak dapat diterima karena sangat berbahaya dan merugikan.

Sehingga dapat dilakukan penggolongan terhadap hasil dari ETA kedalam risk matrix dengan rumus index matrix sebagai berikut :

$$RI = FI + SI$$

Dimana :

RI = Risk Index

FI = Frequent Index

SI = Severity Index

3.10 Konsekuensi *Event Tree Analysis* Pada *Risk Matrix*

Dalam hal ini penentuan katagori untuk konsekuensi dalam *risk Matrix* berdasarkan probabilitas dari *event tree analysis* (ETA). Dimana Langkah-langkah yang ditempuh adalah menentukan *frequency index* (FI) dan *severity Index* (SI) dari output yang dihasilkan pada *Event tree*, kemudian dihitung *Risk Index* (RI) untuk digolongkan dalam *Risk Matrix*.

Membuat diagram *event tree analysis*

Dalam penggambaran diagram ETA ini hanya membuat dan menyusun *initiating event*, *pivotal event*, *output* dan *probability* kemudian *output* ETA tersebut kemudian ditentukan nilai *frequency index* serta *severity index* untuk digolongkan kedalam *risk matrix* pada masing-masing index ini sudah mendapat persetujuan dari koresponden di PT XYZ dan sudah disesuaikan dengan standard risk assessment.

Tabel 3.11 Frequency Index

FI	Frequency	Definition	F (event per year)
5	Frequent	Likely Occur once per year in a fleet of 10 events	10^{-1}
4	Reasonably probable	Likely Occur once per year in a fleet of 100 events	10^{-2}
3	Remote	Likely Occur once per year in a fleet of 100 events	10^{-3}
2	Extremely Remote	Likely Occur once in 10 year in a fleet of 1000 events	10^{-4}
1	Extremely Remote	Likely Occur once in 100 year in a fleet of 1000 events	10^{-5}

Risk Assesment, 2002

Tabel 3.12 Frequency Index untuk Risk Matrix

FI	Rating	Kualitatif	Kuantitatif
5	Frequent	Kejadian yang terjadi pada saat pembangunan proyek fiscal metering system	> 1
4	Reasonably Probable	Kejadian yang terjadi dalam rentang 5 kali dalam pembangunan proyek fiscal metering system	0,1-1

FI	Rating	Kualitatif	Kuantitatif
3	Remote	Kejadian yang terjadi dalam rentang 25 kali dalam pembangunan proyek fiscal metering system	0,01-0,1
2	Extremely Remote	Kejadian yang terjadi dalam rentang 75 kali dalam pembangunan proyek fiscal metering system	0,001-0,01
1	Extremely Improbable	Kejadian yang terjadi dalam rentang 100 kali dalam pembangunan proyek fiscal metering system	0,0001-0,001

Tabel 3.13 Severity Index untuk Risk Matrix

SI	Rating	Kualitatif	Kuantitatif
1	Minor	Proyek pembangunan <i>fiscal metering system</i> yang tidak dikenai denda dan tepat waktu	< 0,01
2	Moderate	Proyek pembangunan <i>fiscal metering system</i> yang baru dikenai 10-100 juta dan proyek terlambat 1-12 bulan	0,001-0,1
3	Serious	Proyek pembangunan <i>fiscal metering system</i> yang baru dikenai 100-200 juta dan proyek terlambat > 1 tahun	0,1-1

SI	Rating	Kualitatif	Kuantitatif
4	Catastrophic	Proyek pembangunan <i>fiscal metering system</i> baru gagal dilaksanakan	1-10

3.11 Rencana Mitigasi

Pada tahap ini penulis akan menjabarkan mengenai macam-macam ancaman dari hasil *fault tree analysis* dari keterlambatan proyek pembangunan *fiscal metering system* dan beberapa faktor penghalangnya. Dalam table 3.14 dibawah ini merupakan *sample table* yang nantinya akan dijadikan sebagai daftar ancaman yang ada pada FTA, dalam hal ini berdiskusi dengan FGD team.

Tabel 3.14 Daftar Ancaman Pada FTA

No	Ancaman	Pencegahan	Faktor Penghalang
1	Cut set pada FTA yang dijadikan sebagai ancaman	Mencari alternatif pencegahan	Mengidentifikasi faktor-faktor penghalang

Pada tahap ini penulis akan menjabarkan mengenai macam-macam konsekuensi dari *event tree analysis* (ETA) dari keterlambatan proyek pembangunan *Fiscal metering system*, beserta dengan pemulihan atau pengurangan konsekuensi dengan beberapa faktor penghalang. Dalam table 3.15 dibawah ini merupakan *sample table* yang nantinya akan dijadikan sebagai daftar macam-macam konsekuensi dari hasil *event tree analysis* (ETA), dalam hal ini dalam hal ini berdiskusi dengan FGD team.

Tabel 3.15 Daftar Macam-Macam Konsekuensi Pada ETA

No	Konsekuensi	Mitigasi	Faktor Penghalang
1	Output pivotal	Mencari alternatif pencegahan	Mengidentifikasi faktor-faktor penghalang

BAB 4

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Data ini diambil dari proyek yang sudah berjalan dimana proyek pembangunan *Fiscal Metering System* yang ada didalam kilang refinery unit PT XYZ. Dalam pelaksanaannya pekerjaan metering ini dibagi menjadi 2 group yaitu Metering group A (Premium dan Perta Series) sedangkan untuk metering group B (Premium, perta series dan diesel).



Gambar 4.1 Proyek Pembangunan *Fiscal Metering System*

Proyek ini memiliki rincian proses data sebagai berikut :

Flow rate (Min/Max)	: 1000m ³ /hr - 818 m ³ /hr
Pressure (Min/Max)	: 7,03 kg/cm ²
Temperature (Min/Max)	: 38 degC
Density (Min/Max)	: 760 kg/m ³
Viscosity @working temperature (Min/Max)	: 0,33cP

Speific Gravity	: 0,76
Design pressure	: 12,5 kg/cm2g
Design temperature (max/Min)	: 66 deg C

Dalam penelitian ini mencari faktor-faktor yang menyebabkan keterlambatan pembangunan *fiscal metering system* dengan menggunakan *fault tree analysis (FTA)* dan mencari akibat dari keterlambatan proyek pembangunan *fiscal metering system* ini menggunakan metode *event tree analysis (ETA)*.

Proyek ini memiliki rencana awal sesuai dengan kontrak dengan pihak penyedia jasa atau kontraktor mulai akhir maret 2017 sampai dengan maret 2018. Dibawah ini merupakan rencana realisasi dan dari pekerjaan pembangunan *fiscal metering system* diantaranya :

Tabel 4.1 Aktivitas utama dari proyek pembangunan *fiscal metering system*

No	Aktivitas	Rencana (hari)	Terlaksana (hari)	Keterlambatan (hari)
1	Engineering	76	180	104
2	Procurement	181	455	274
3	Construction	157	255	98

Dari table 4.1 diatas menunjukan bahwa aktivitas proyek pembangunan *fiscal metering system* dilaksanakan menjadi 3 bagian utama yaitu *engineering*, *procurement* dan *construction*. Untuk pembangunan *fiscal metering system* ini rencananya menghabiskan waktu 1 tahun 2 bulan, dimana rencananya aktivitas tersebut dimulai tersebut dimulai dari akhir bulan **Maret 2017 hingga berakhir tahun May 2018**, dengan adanya keterlambatan yang terjadi maka ada perubahan yang terjadi yaitu dimulai dari akhir bulan maret 2017 dan berakhir hingga September 2019. Hal ini dapat disimpulkan bahwa pelaksanaan dari pekerjaan proyek pembangunan *fiscal metering system* ini mengalami keterlambatan selama 6 Bulan.

Dari data diatas jelas terlihat bagaimana keterlambatan proyek dari tiap-tiap stage ada dari mulai design engineering, procurement serta construction. Keterlambatan tersebut merupakan keterlambatan yang satu sama lainnya berkaitan.

Tabel 4.2 Standard pembobotan pekerjaan proyek pembangunan *fiscal metering system*

No	Activity	WF (%)
	Engineering	
1	Engineering Design and Drawing	0,53
	Procurement	
2	Procurement activity	60
	Construction	
3	Preparation work	4,47
4	Piping Work	19,81
5	Electrical work	5,52
6	Instrument work	5,13
7	Civil work	2,70
8	Mechanical work	1,41
9	Process work	0,44
	Total	100

Table 4.2 diatas menunjukan bahwa pekerjaan aktivitas construction sebesar 39,48 dari total pekerjaan keseluruhan pada proyek pembangunan *fiscal metering system* namun dalam pelaksanaannya sangat berkaitan erat dengan pekerjaan *procurement* dan *activity engineering*.

4.2 Pengolahan data

Dalam hal ini pengolahan data dilakukan untuk mencari keterlambatan dalam bentuk *fault tree analysis*, dalam hal ini tools yang digunakan adalah *Isograph Reliability workbench 13.0*. dalam proses penggunaannya input dari

software ini adalah basic event dan probabilitas hasil dari wawancara, kemudian diproses dalam *software* ini dalam bentuk diagram FTA yang telah tersusun dengan rapi dan juga *minimal cut* set masing-masing *probability basic event*. Selanjutnya untuk ETA tidak memakai *software* hanya dengan membuat diagram berdasarkan hasil dari wawancara respon untuk menyusun *initiating event*, *pivotal event*, dan *output* kemudian menentukan *probability*. Dengan proses urutan pengerjaan pertama menentukan *critical event*, kemudian input data dari *basic event FTA* dan *output* dari ETA yang telah dikerjakan selanjutnya membuat barrier pada sisi kiri dan sisi kanan *critical event*. Pada sisi kiri *critical event barrier* berfungsi sebagai pencegahan sebab keterlambatan (*prevention*) dan pada sisi kanan berfungsi sebagai peringatan dampak dari keterlambatan.

4.3 Hasil Survey Pendahuluan

Hasil dari survey pendahuluan seperti dapat dilihat pada lampiran 1, maka ada enam (6) variable data yang tidak diikutsertakan dalam penelitian selanjutnya dikarenakan FGD team tidak menyetujui bahwa factor-faktor tersebut tidak bisa dijadikan sebagai rujukan, dimana responden yang menyetujui hal ini sangat rendah dan cenderung tidak berminat untuk dijadikan sebagai kajian untuk tahap berikutnya, berdasarkan table 4.6 dibawah ini maka di ketahui faktor-faktor apa saja yang tidak diikutsertakan kedalam proses berikutnya.

Tabel 4.6 Hasil Survey Pendahuluan

Hasil Survey Pendahuluan							
No	variable	Skala					Prosentase
		1	2	3	4	5	
1	Inkonsistensi spesifikasi dan gambar	V	V	V	X	V	0,8
2	Keterlambatan pembayaran oleh pemilik proyek	V	V	V	V	X	0,8
3	permasalahan subkontraktor	V	V	X	V	V	0,8
4	kualitas material	V	V	X	V	V	0,8
5	Rendahnya harga kontrak akibat persaingan tinggi.	X	X	X	V	V	0,4
6	masalah keuangan kontraktor	X	V	V	V	V	0,8
7	kualitas pekerjaan kontraktor yang buruk	V	V	V	V	X	0,8
8	Perubahan biaya bahan dan tenaga kerja	V	V	V	V	X	0,8
9	persiapan dan persetujuan pada disain perencanaan	V	V	V	V	X	0,8
10	QC (quality control)	V	V	V	V	X	0,8
11	Metode yang ditawarkan oleh kontraktor salah	V	V	V	V	X	0,8
12	Penempatan equipment baru	V	V	V	V	X	0,8
13	Peraturan pemerintah	X	X	X	X	V	0,2
14	perubahan perintah kerja verbal communication	X	V	V	V	V	0,8
15	Permasalahan internal	V	X	V	V	V	0,8
16	Kontrak tertulis buruk	V	X	V	V	V	0,8
17	Sistem pemutusan hubungan kerja	V	V	X	X	V	0,6
18	komunikasi antara kontraktor dan pemilik proyek kurang baik	V	X	V	X	V	0,6
19	kesalahan dalam pembuatan schedule	X	V	V	X	V	0,6
20	Komunikasi antar tenaga kerja dan bidang pembimbing	X	V	X	X	X	0,2
21	Karakteristik pengalaman kontraktor kurang memadai	V	V	V	V	V	1
22	kesalahan dalam perhitungan material	V	X	X	V	V	0,6
23	Persetujuan dalam approval dokumen terlalu lama	V	V	V	X	V	0,8
24	perubahan disain	V	V	V	X	V	0,8
25	Struktur organisasi yang tidak tepat	V	X	X	X	X	0,2
26	kontraktor tidak terorganisasi dengan baik	V	X	V	V	V	0,8
27	waktu tunggu terhadap dokumen terlalu lama	V	X	V	V	V	0,8
28	keahlian tenaga kerja terbatas	V	X	V	V	V	0,8
29	Jumlah tenaga kerja sangat terbatas	V	V	V	X	V	0,8
30	shortage material ditengah proyek	V	V	V	V	X	0,8
31	permasalahan dengan management site	X	X	V	V	V	0,8
32	Negosiasi terhadap persoalan yang terjadi	X	X	X	X	V	0,4
33	kurangnya produktivitas pekerja	V	X	V	V	V	0,8
34	kedisiplinan dan motivasi tenaga kerja	V	V	X	V	V	0,8
35	penggantian tenaga kerja baru ditengah proyek	V	V	V	X	V	0,8
36	manajemen kontrak yang buruk	V	V	V	V	X	0,8
37	intensitas curah hujan meninggi	V	V	V	X	V	0,8
38	kecelakaan kerja	V	X	V	V	V	0,8
39	Kondisi ekonomi.	V	X	X	X	X	0,2
40	waktu pengerjaan dirasa kurang panjang	X	X	V	V	V	0,6
41	lemahnya pengawasan proyek	V	X	X	V	V	0,6
42	kualitas peralatan sangat buruk	V	V	X	X	V	0,6
43	storage/udang material terlalu jauh	V	V	X	V	V	0,8
44	akses kedalam lokasi proyek sangat sulit	V	V	X	V	V	0,8
45	kebutuhan ruang kantor	V	V	V	X	V	0,8
46	lokasi proyek sulit dijangkau	V	V	V	V	X	0,8

Dari table diatas maka didapat hasil responden yang rendah, dimana variable tersebut adalah sebagai berikut :

- Rendahnya harga kontrak akibat persaingan tinggi.
- Peraturan pemerintah
- Komunikasi antar tenaga kerja dan bidang pembimbing
- Struktur organisasi yang tidak tepat
- Negosiasi terhadap persoalan yang terjadi
- Kondisi ekonomi.

4.4 Identifikasi Object *Fault Tree Analysis* (FTA)

Dari hasil diskusi dengan tim FGD, maka ditetapkan tujuan dari *fault tree analysis* (FTA) ini agar mengetahui atau mendapatkan sumber permasalahan pada keterlambatan proyek pembangunan *Fiscal Metering System* dengan merujuk pada hasil responden, kemudian dari permasalahan yang ada sesuai dengan informasi dari responden maka dikonstruksilah data-data tersebut menggunakan bantuan software *Reliability Workbench V.13.0* dimana dari hasil konstruksi tersebut diharapkan akan dapat menentukan pada bagian atau komponen system yang telah dilakukan improvement untuk meminimalisir keterlambatan.

4.5 Menentukan *Top Event*

Dalam menentukan *top event* para anggota dari FGD terlebih dahulu melakukan *brain storming* dengan melihat secara keseluruhan aktivitas proyek pembangunan *fiscal metering system*. Hal ini agar mencapai kesepakatan bahwa *top even* yang dipilih berdasarkan kesepakatan bersama terkait dengan pembangunan *fiscal metering system*. Dalam table 4.7 dibawah ini, merupakan *Top Event* dari pekerjaan proyek pembangunan *fiscal metering system*. FGD team menganalisa dari hasil wawancara menjadi beberapa kelompok.

Tabel 4.7 Top Event

No	Jenis Permasalahan
1	Proses Produksi Terhambat
	a. Durasi Pengadaan material yang lama
	b. Fasilitas peralatan kurang memadai
	c. Kondisi Lingkungan kurang Baik
	d. Keterbatasan Pekerja
	e. Desain mengalami perubahan
	f. Produktivitas pekerja yang kurang baik

No	Jenis Permasalahan
	g. Serah terima Proyek
2	Manajemen system yang kurang baik
	a. Control terhadap manajemen kurang efektif
	b. Kurangnya komunikasi lapangan
	c. Schedule awal rencana proyek

4.5.1 Menentukan Cakupan FTA

Setelah mendapatkan *Top event* pada table 4.4 diatas serta diskusi bersama dengan FGD *team*, maka ditetapkan cakupan serta Batasan yang akan mulai dikerjakan, yaitu :

- Dalam penelitian ini hanya menganalisa penyebab terjadinya keterlambatan pada proyek fiscal metering system.
- Data-data yang diambil dari kuisioner diolah dan konstruksi menggunakan metode *fault tree analysis* (FTA).
- Komponen-komponen yang mengalami kegagalan tersebut dijadikan *basic event*.
- Basic event* serta probability yang dijadikan parameter sudah auto generate dari *software isograph Reliability V.13.0*.
- Beberapa aktivitas ditetapkan sebagai satu system sehingga yang menjadi penyebab terjadinya keterlambatan proyek dapat dikategorikan *sub system* atau *intermidiatte even* atau *basic event*.
- Aturan dasar dari pembuatan *fault tree* didapat dari literatur FTA itu sendiri, dimana diantaranya adalah : tidak boleh gerbang logika bertemu dengan gerbang logika, Teknik penghitungan kombinasi probabilitas kegagalan disesuaikan menurut aturan yang ada (OR dan AND).

4.5.2 Mengkonstruksi FTA atau Logic Tree

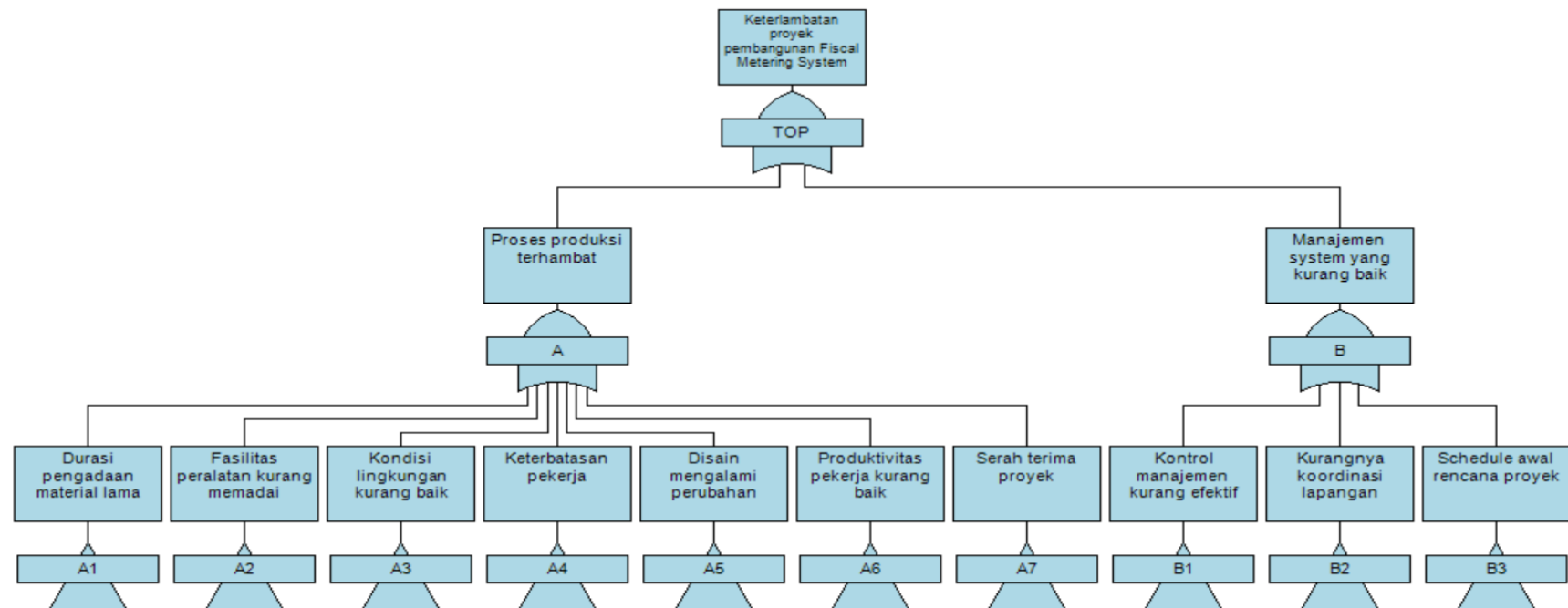
Pada konstruksi *logic tree* ini tim dari FGD (*Forume Group Discussion*) ini menetapkan data dari *Top event* yang terjadi, dimana data tersebut dijadikan sebagai acuan untuk dikembangkan lebih dalam terkait dengan keterlambatan pembangunan proyek fiscal metering system ini. Didalam tim FGD ini terdapat beberapa orang engineer yang sering mendisain/me review engineering khususnya terkait dengan proyek-proyek fiscal metering system, dari data yang didapat maka data tersebut diolah untuk mendapatkan *bad actor*.

4.6 Evaluasi Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Pembangunan *fiscal metering system* dengan menggunakan metode *Fault tree analysis (FTA)*

Pembangunan pengolahan data menggunakan *Fault tree analysis (FTA)* digunakan penulis dalam menganalisa data-data yang ada, dimana Analisa kejadian yang tidak diinginkan (*undesired event*) yang terjadi pada sebuah system. Dari system ini yang dianalisa dengan menggunakan pendekatan pada kondisi lingkungan serta *operational* yang ada untuk menemukan semua cara yang mungkin terjadi mengarah pada kondisi yang tidak diinginkan (*undesired event*). Dari keseluruhan aktivitas-aktivitas yang dapat menyebabkan keterlambatan mulai dari masalah desain engineering terhambat, dalam hal ini keseluruhan proses dapat dijabarkan dalam bentuk *fault tree analysis (FTA)* sehingga nantinya dapat diketahui faktor-faktor apa saja yang dapat menyebabkan keterlambatan serta besarnya nilai probabilitas probabilitas.

Setelah dilakukan diskusi bersama team FGD maka dapat ditetapkan beberapa keadaan seperti pada pada gambar 4.3 dibawah ini dijelaskan dimana keterlambatan proyek pembangunan *fiscal metering system* ini dibagi menjadi 2 (dua) kelompok utama utama dimana hal ini **“Proses produksi terhambat”** dan **“Manajemen system yang kurang baik”**. Analisa pertama dari cabang yang telah ditentukan adalah adanya Proses Produksi Terhambat dimana hal ini akan menjadi 7 (tujuh) cabang yang berhubungan langsung dengan proses produksi metering system, implikasi yang ditimbulkan dalam hal ini dapat mengakibatkan keterlambatan dalam pembangunan proyek *fiscal metering system*, aspek-aspek

yang menjadi penyebab ke 7 (tujuh) penyebab itu adalah durasi pengadaan material yang terlalu lama, fasilitas peralatan yang kurang memadai, Kondisi lingkungan yang kurang baik, keterbatasan pekerja, disain mengalami perubahan, produktivitas pekerja kurang baik, serah terima proyek. Sedangkan dari cabang manajemen system kurang baik ada 3 (tiga) aspek yang berhubungan langsung dengan hal ini yaitu kontrol manajemen yang kurang efektif, kurangnya koordinasi lapangan serta Schedule rencana awal proyek tidak terlaksana dengan baik.



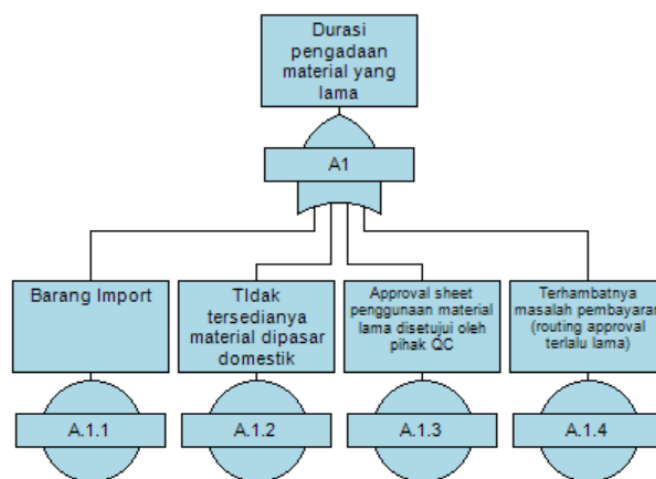
Gambar 4.3 Diagram FTA Proyek Pembangunan Fiscal Metering System yang mengalami keterlambatan

4.6.1 Proses Produksi Terhambat

Team FGD mengangkat issue proses produksi terhambat ini beberapa faktor penyebab kejadian yang berkaitan satu sama lainnya, beberapa aktivitas yang mempengaruhi hal tersebut diantaranya adalah Durasi pengadaan material lama, Fasilitas peralatan kurang memadai, Kondisi lingkungan yang kurang baik, keterbatasan pekerja, Design mengalami perubahan produktivitas pekerja yang kurang baik serta serah terima proyek yang tidak lancer. Faktor-faktor ini didapat dari hasil wawancara pada masing-masing fungsi terkait yang erat hubungannya terhadap pembangunan proyek *fiscal metering system*.

a. Durasi Pengadaan material Lama

Pada pengendalian gambar 4.4 dibawah ini, pada aspek durasi pengadaan material lama disebabkan oleh beberapa faktor seperti barang barang import hal ini berkaitan erat dengan beberapa material yang memang harus diimport dikarenakan tidak , tidak tersedianya material dipasar domestic, approval sheet penggunaan material lama disetujui oleh pihak QC dan terhambatnya masalah pembayaran (dikarenakan routing approval terlalu lama). Hal-hal tersebut berkaitan erat dengan pengaruh terhadap durasi pengadaan material yang lama pada PT XYZ.



Gambar 4.4 Faktor-Faktor Durasi Pengadaan Material yang Lama

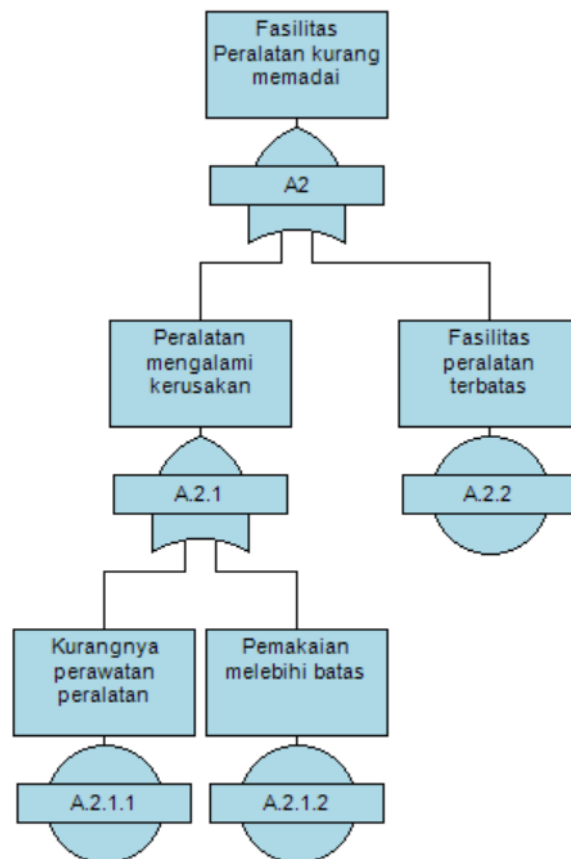
Berdasarkan Analisa yang dilakukan oleh tim FGD terkait dengan penyebab keterlambatan hal ini terjadi dikarenakan adanya keadaan yang mempengaruhi Durasi Pengadaan Material yang lama disebabkan oleh beberapa faktor dibawah ini:

1. Barang Import, berdasarkan standard regulasi dari PT XYZ bahwa untuk jenis equipment-equipment tertentu dengan *category special items* bahwa untuk penggunaan material-material tersebut masuk dalam *category* material yang harus diimport dari luar negeri..
2. Tidak tersedianya material dipasar *domestic*, dari keseluruhan produk yang digunakan sebagian besar tidak ada dipasar *domestic* dikarenakan adanya ketentuan dan regulasi yang telah dikeluarkan oleh PT XYZ berupa *Approved manufacturer List* bahwa *category* material untuk kebutuhan tertentu tidak ada dipasar *domestic*, sehingga hal tersebut membutuhkan waktu untuk masalah pengiriman.
3. Approval sheet pengguna material lama disetujui oleh pihak QC, hal ini biasanya terjadi dari department QC sendiri sedang melakukan inspeksi pada proyek lain sehingga ada beberapa approval sheet yang banyak terbengkalai.
4. Terhambatnya masalah pembayaran (routing approval terlalu lama), routing approval yang masih menggunakan wet sign terkadang menjadi hambatan dimana banyaknya tumpukan kertas dimeja menjadi tumpukan, manual remainder yang terkadang terlewat hal tersebut menjadi salah satu bentuk terhambatnya masalah pembayaran dikarenakan routing approval ini terlalu lama.

b. Fasilitas Peralatan yang Kurang Memadai

Dalam 4.4 dibawah ini beberapa faktor penyebab keterlambatan dari fasilitas peralatan yang kurang memadai dapat dijelaskan dimana faktor utama dalam hal ini adalah peralatan tersebut mengalami kerusakan serta fasilitas peralatan terbatas. Peralatan yang mengalami kerusakan ini

disebabkan oleh faktor-faktor antara lain kurangnya perawatan peralatan serta pemakaian peralatan yang melebihi batas penggunaan sedangkan untuk.



Gambar 4.5 Faktor-Faktor Fasilitas Peralatan Kurang Memadai

Berdasarkan Analisa yang dilakukan oleh tim FGD terkait dengan penyebab keterlambatan hal ini terjadi dikarenakan adanya keadaan yang mempengaruhi Fasilitas Peralatan kurang memadai disebabkan oleh beberapa faktor dibawah ini:

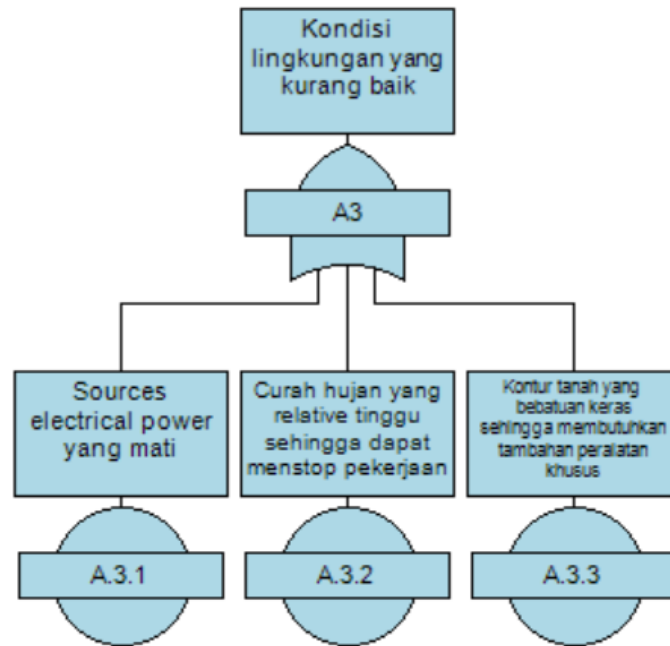
1. Kurang perawatan Peralatan, beberapa kasus terkait dengan hal ini disebabkan banyaknya peralatan yang mengalami kerusakan yang tidak teridentifikasi, sehingga pada saat pemakaian berikutnya

peralatan tersebut tidak bisa digunakan dan sebelum di pergunakan biasanya membutuhkan waktu agak lama untuk memperbaikinya.

2. Pemakaian melebihi batas, saat ini keseluruhan peralatan yang ada sudah relative berumur melebihi 8 tahun dengan kondisi yang akan banyak harus mengalami perbaikan dikarenakan umur pemakaian dan beberapa alat harus di kalibrasi ulang.
3. Fasilitas peralatan terbatas, terbatasnya fasilitas peralatan ini sangat mempengaruhi dai kinerja proyek sehingga beberapa peralatan ada yang tidak dimiliki oleh PT XYZ.

c. Kondisi Lingkungan Kurang Baik

Pada 4.6 dibawah ini beberapa faktor yang mempengaruhi kondisi lingkungan yang kurang baik dimana hal ini menyangkut terhadap beberapa faktor-faktor yang dianggap dapat mempengaruhi kondisi dilapangan beberapa faktor antara lain sources electrical power yang mati terlebih saat dimulainya pekerjaan beberapa alat yang dipakai secara bersamaan sehingga dapat mempengaruhi fasilitas eksisting dalam mentransfer electrical power pada proyek ini, curah hujan yang relative tinggi selama pekerjaan berlangsung dapat mempengaruhi performance pekerja itu sendiri dimana dengan kondisi curah hujan yang tinggi ini area pekerjaan menjadi tergenang serta akses jalan sulit dilalui sehingga hal ini dapat berkontribusi dalam pekerjaan ini serta kontur tanah yang bebatuan keras dapat menghambat juga dimana hal ini sering membutuhkan peralatan-peralatan tambahan.



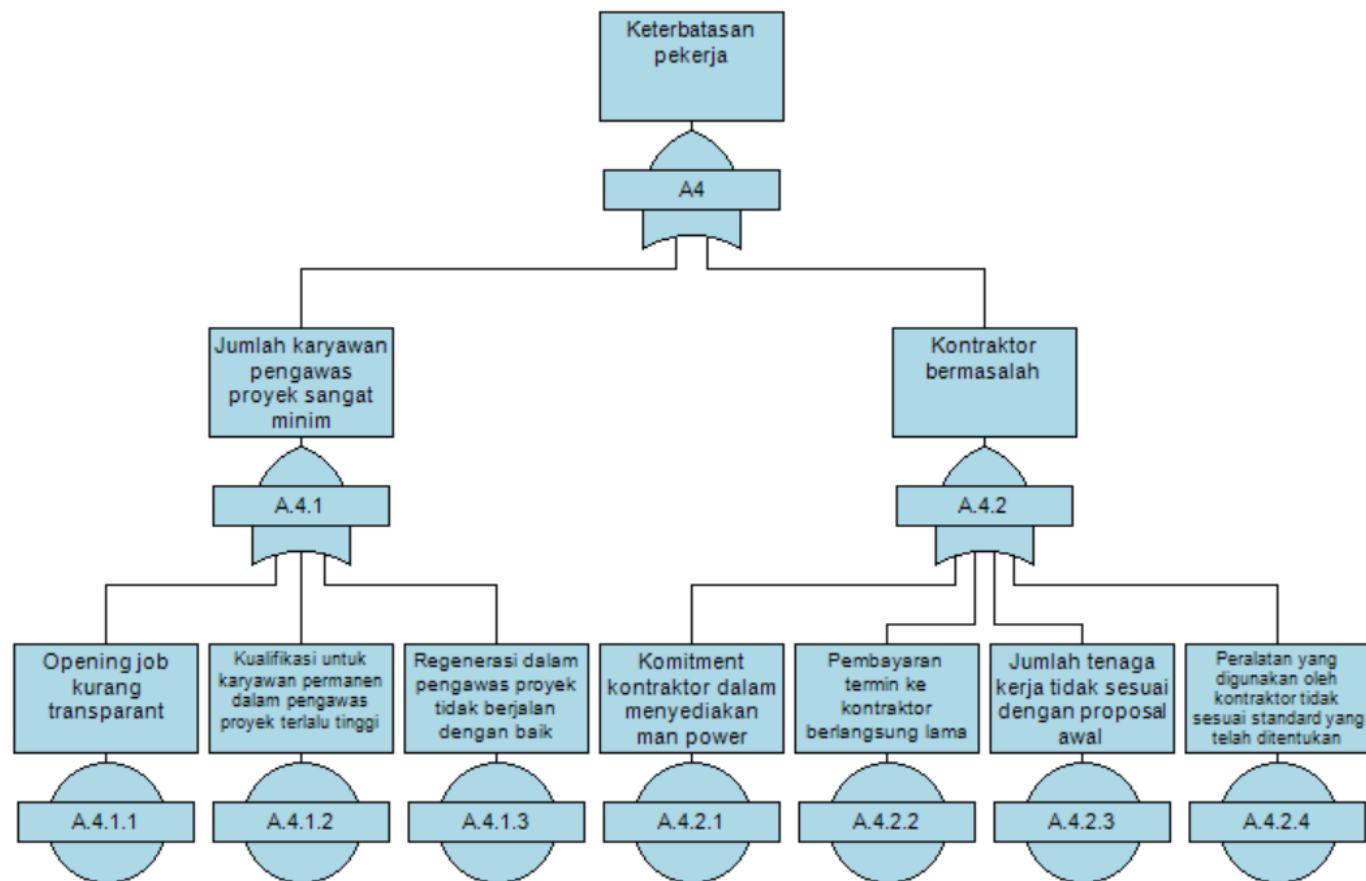
Gambar 4.6 Faktor-Faktor Kondisi Lingkungan Kurang Baik

Berdasarkan Analisa yang dilakukan oleh tim FGD terkait dengan penyebab keterlambatan hal ini terjadi dikarenakan adanya keadaan yang mempengaruhi kondisi lingkungan kurang baik disebabkan oleh beberapa faktor dibawah ini:

1. Sources electrical power yang mati, sources electrical power ini diambil pada PDB (*power distribution board*) eksisting, sehingga kesulitan untuk mengidentifikasi fasilitas eksisting membutuhkan waktu yang lama hal ini dikarenakan gambar eksisting tidak lengkap, akibatnya waktu yang diperlukan untuk memperbaiki eksisting PDB agak lama.
2. Curah hujan yang relative tinggi sehingga dapat menstop pekerjaan, hal ini terjadi pada saat curah hujan tinggi.
3. Kontur tanah yang bebatuan sehingga membutuhkan tambahan peralatan khusus, potensi mendatangkan peralatan khusus dalam meratakan tanah diperlukan untuk pembangunan shalter metering.

d. Keterbatasan pekerja

Dalam gambar 4.7 dibawah ini merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi dalam keterlambatan yaitu faktor pekerja terbatas, hal ini dipengaruhi oleh sumber daya manusia menjadi 2 (dua) bagian yaitu jumlah karyawan pengawas proyek sangat minim serta kontraktor bermasalah, dalam porsi jumlah karyawan pengawas proyek sangat minim hal ini terdapat 3 (tiga) hal yang mendasar yaitu opening job kurang transparent, kualifikasi karyawan permanen dalam pengawasan proyek terlalu tinggi serta regenerasi dalam pengawas proyek tidak berjalan dengan baik. Sedangkan pada bagian kontraktor bermasalah yaitu kurangnya komitmen kontraktor dalam menyediakan man power, pembayaran termin ke kontraktor berlangsung lama, jumlah tenaga kerja yang diberikan kontraktor tidak sesuai dengan proposal awal dan peralatan yang digunakan oleh kontraktor tidak sesuai dengan standard yang telah ditentukan.



Gambar 4.7 Faktor-Faktor Keterbatasan Pekerja

Halaman sengaja dikosongkan

Berdasarkan Analisa yang dilakukan oleh tim FGD terkait dengan penyebab keterlambatan hal ini terjadi dikarenakan adanya keadaan yang mempengaruhi Keterbatasan pekerja disebabkan oleh beberapa faktor dibawah ini:

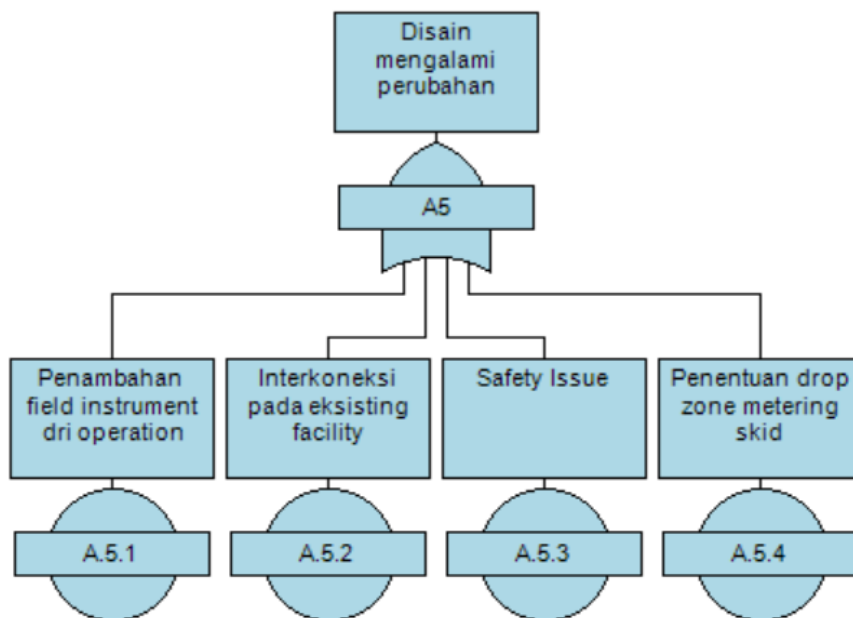
Ada 2 (dua) bagian yang mempengaruhinya :

- a. Jumlah karyawan pengawas proyek sangat minim
 - i. Opening job kurang transparent, belum adanya e-recruiting yang menjadikan penyebab untuk posisi ini hanya disampaikan antar kolega saja, sehingga terkesan tertutup untuk posisi yang ditawarkan ini.
 - ii. Kualifikasi untuk karyawan permanen dalam pengawasan proyek terlalu tinggi, adanya kualifikasi yang tinggi inilah terkadang banyak karyawan enggan untuk mengisi posisi.
 - iii. Regenerasi dalam pengawasan proyek tidak berjalan dengan baik, dari 2 faktor diatas hal ini sampai saat ini tidak berjalan dengan baik.
- d. Kontraktor Bermasalah
 - i. Komitmen kontraktor dalam menyediakan manpower, dalam hal komitmen kesulitan kontraktor dalam pemenuhan Tenaga ahli yang berpengalaman dalam *metering system* sesuai dengan requiremen yang ditetapkan PT XYZ.
 - ii. Pembayaran termin ke Kontraktor berlangsung lama, pembayaran termin ini berpengaruh terhadap progress pembangunan proyek, hal ini pengaruh yang lama ini disebabkan progress fisik yang dikerjakan oleh kontraktor tidak terealisasi dengan baik.
 - iii. Jumlah tenaga kerja tidak sesuai dengan proposal awal, terkadang kontraktor tidak memenuhi jumlah pekerja tidak sesuai dengan proposal awal hal ini diketahui bahwa banyak para pekerja dari kontraktor yang mengundurkan diri.

- iv. Pekerjaan yang digunakan oleh kontraktor tidak sesuai dengan standard yang telah ditentukan, mengingat beberapa peralatan yang di gunakan tidak sesuai dengan standard yang telah dikeluarkan oleh PT XYZ.

e. Disain mengalami Perubahan

Dalam gambar 4.8 dibawah ini dapat dipastikan bahwa faktor penyebab dari perubahan desain proyek pembangunan *fiscal metering system* ini adanya permintaan penambahan beberapa *field transmittre* dari operation team, adanya perubahan interkoneksi pada fasilitas eksisting yang mengakibatkan butuh waktu untuk di pelajari, *safety issue* seperti penambahan pengamanan pada system yang baru, perubahan desain terkait dengan penentuan drop zone pada lokasi *metering station*. Hal hal tersebut yang memang dapat memberikan keterlambatan pada proyek *fiscal metering system*.



Gambar 4.8 Faktor-Faktor Disain mengalami perubahan

Berdasarkan Analisa yang dilakukan oleh tim FGD terkait dengan penyebab keterlambatan hal ini terjadi dikarenakan adanya keadaan yang

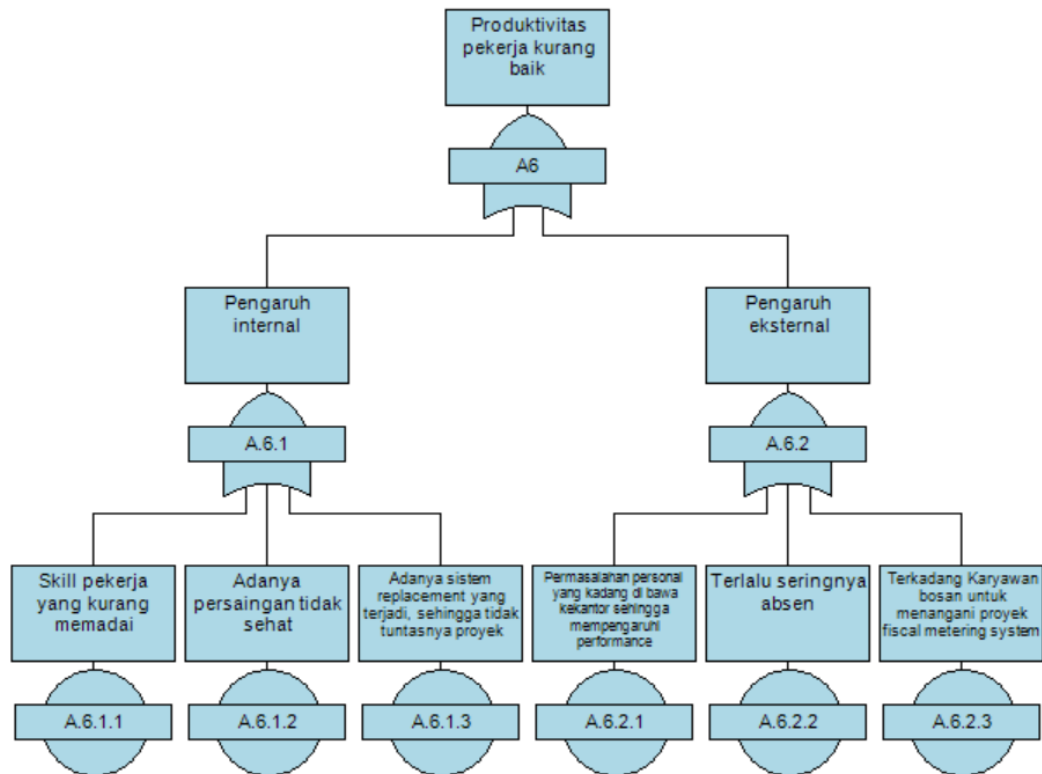
mempengaruhi Disain Mengalami Perubahan oleh beberapa faktor dibawah ini:

1. Penambahan field instrument dari operation, aspek penambahan field instrument ini biasanya dipengaruhi pada aspek proses, dimana operation team merasa perlu penambahan beberapa equipment yang dirasakan dalam kebutuhan lapangan sangat urgent, hal terjadi pada saat keseluruhan disain sudah di submit ke fungsi-fungsi terkait, untuk kasus ini operation team memberikan advice agak lama.
2. Interkoneksi pada eksisting facility, perubahan informasi terkait dengan eksisting facility dimana hal ini berpengaruh terhadap disain yang sudah di buat.
3. Safety Issue, terkait dengan safety issue dalam disain sangat berpengaruh terhadap regulasi dari PT XYZ terkait dengan keselamatan dalam design engineering, hanya saja pengimplementasiannya belum adanya safety engineer yang bisa memberikan advice untuk hal terkait dengan safety issue ini.
4. Penentuan drop zone metering skid, dalam penentuan drop zone untuk rest equipment terkadang berpindah-pindah dan tidak konsisten hal ini berpengaruh disain yang awalnya telah disepakati sehingga dapat berubah kembali setelah melakukan diskusi kembali.

f. Produktifitas Pekerja Kurang Baik

Dalam pembahasan gambar 4.9 dibawah ada beberapa faktor yang mempengaruhi keterlambatan dari kondisi ini yaitu produktifitas pekerja yang kurang baik dimana hal ini ada 2 (dua) faktor yang mempengaruhi didalamnya yaitu pengaruh internal dan pengaruh eksternal. Pengaruh internal biasanya beberapa hal yang dapat menjadikan hal ini sebagai point utama yaitu skil pekerja yang kurang memadai, adanya persaingan tidak sehat antar karyawan, adanya system replacement dalam posisi yang sama dengan masa jabatan sebentar. Sedangkan untuk permasalahan eksternal beberapa hal yang disoroti adalah adanya

masalah keluarga yang dibawa ke tempat kerja sehingga adanya penurunan performance, terlalu sering absen, bosan menangani proyek *fiscal metering*.



Gambar 4.9 Faktor-Faktor Produktifitas Pekerja Kurang Baik

Berdasarkan Analisa yang dilakukan oleh tim FGD terkait dengan penyebab keterlambatan hal ini terjadi dikarenakan adanya keadaan yang mempengaruhi produktivitas pekerja kurang baik adalah sebagai berikut:

a. Pengaruh Internal

1. Skill pekerja yang kurang memadai, keterbatasan pengetahuan personel dapat mempengaruhi penyelesaian masalah dalam pembangunan proyek *fiscal metering system*.
2. Adanya persaingan tidak sehat, persaingan tidak sehat mempunyai dampak signifikan terhadap pengerjaan pembangunan proyek *fiscal metering system*.

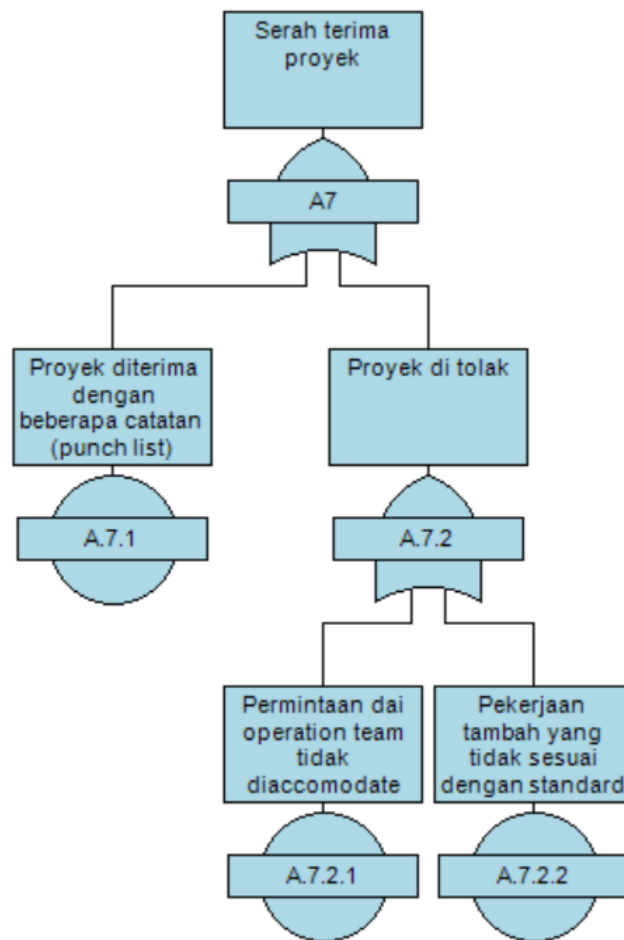
3. Adanya system replacement yang terjadi sehingga tidak tuntasnya proyek, setiap pengawas proyek tidak di berikan tanggungjawab hingga proyek selesai, dengan *system replacement personnel* sangat berpengaruh terhadap serah terima pekerjaan ke pengawas berikutnya, sehingga pengawas baru harus menyesuaikan dari awal proyek.

b. Pengaruh Eksternal

1. Permasalahan personal yang kadang dibawa ke kantor, terkadang pekerja membawa persoalan yang dihadapinya
2. Terlalu seringnya absen, dikarenakan sering mengikuti pelatihan-pelatihan yang diadakan oleh kantor pusat.
3. Karyawan bosan/jenuh dalam menangani proyek fiscal metering, terkadang beberapa pengawas proyek merasa bahwa pekerjaan yang dianggap sudah ditangani selama bertahun-tahun tidak ada kendala secara signifikan tetapi para pengawas terkadang terlupa terkait dengan beberapa perubahan karakteristik dari *flow rate* yang terlewat harus dilakukan verifikasi dari awal.

g. Serahterima proyek

Dalam gambar 4.10 dibawah ini merupakan hal-hal yang dapat mempengaruhi keberterimaan proyek, dimana 2 (dua) hal yang dapat mempengaruhinya yaitu adanya produk diterima dengan catatan dan produk ditolak. Untuk produk ditolak ini beberapa hal yang mempengaruhi nya yaitu keseluruhan permintaan *operation team* tidak diaccomodate dengan baik dan terlalu banyak nya pekerjaan tambahan yang tidak sesuai dengan standard.



Gambar 4.10 Faktor-Faktor Serah terima proyek

Berdasarkan Analisa yang dilakukan oleh tim FGD terkait dengan penyebab keterlambatan hal ini terjadi dikarenakan keterlambatan serah terima proyek :

1. Proyek diterima dengan beberapa catatan (punchlist), selesainya proyek masih ditandai dengan beberapa catatan yang harus disclose oleh kontraktor guna pada saat berserahterima proyek tidak ada lagi pekerjaan yang dilakukan oleh PT XYZ, tetapi pada kenyataanya bahwa *punchlist* atau catatan yang diberikan oleh pengawas proyek masih belum terpenuhi.

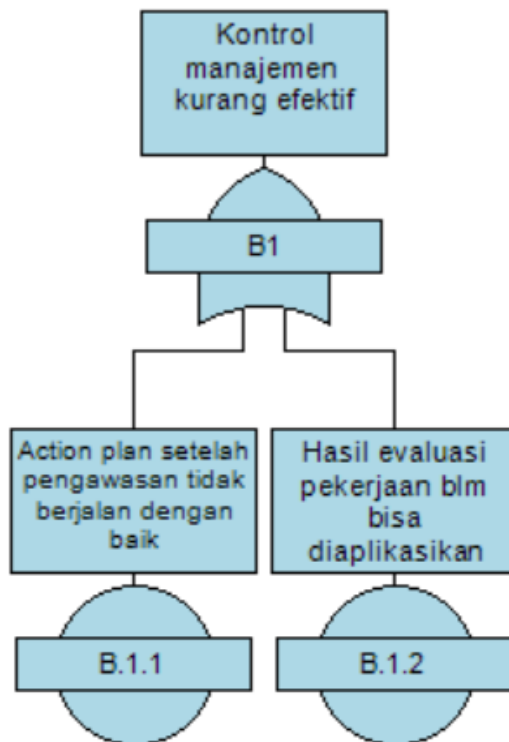
2. Permintaan dari operation team tidak langsung diaccomodate, permintaan penambahan yang sama sekali tidak diantisipasi selama pekerjaan berlangsung.
3. Pekerjaan tambah yang tidak sesuai dengan standard, permintaan pekerjaan tambah dari kontraktor terkandang tidak melalui diskusi secara aspek teknis sehingga kontraktor memasang peralatan tidak disesuaikan dengan standard yang dimiliki oleh PT XYZ sehingga pada akhirnya pekerjaan tersebut mengalami *re-work*.

4.6.2 Manajemen system yang Kurang Baik

Manajemen system yang kurang baik merupakan faktor dari proses penghambat pembangunan proyek *fiscal metering system* hal ini merupakan langkah identifikasi terkait dengan pengendalian proyek. Peran dari manajemen mempunyai pengaruh besar terhadap proyek, dimana sebagai keberhasilan proyek dimulai dari manajemen yang baik adapun identifikasi terkait dengan manajemen system yang kurang baik adalah control manajemen kurang efektif, kurangnya koordinasi lapangan serta schedule awal rencana proyek tidak terealisasi dengan baik sehingga hal ini target dalam penyelesaian proyek dengan tepat waktu tidak terealisasi.

e. Kontrol Manajemen Kurang Efektif

Pada gambar 4.11 dibawah ini merupakan bagian dari rencana pengawasan dan dari quality control yaitu meliputi *action plan* setelah itu pengawasan tidak terlaksana dengan baik dan hasil evaluasi pekerjaan yang belum bisa di aplikasikan pada rencana lanjutan.



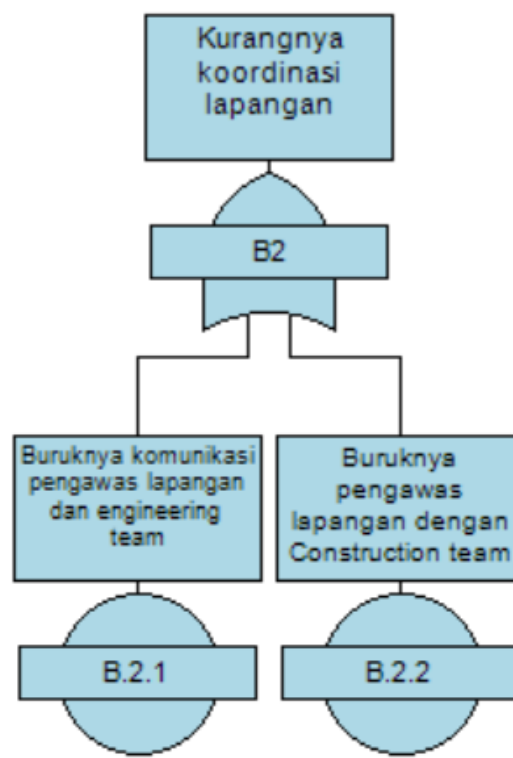
Gambar 4.11 Faktor-Faktor Kontrol Manajemen Kurang Efektif

Berdasarkan Analisa yang dilakukan oleh tim FGD terkait dengan penyebab keterlambatan hal ini terjadi dikarenakan adanya KOnترول Manajemen yang Kurang Baik adalah sebagai berikut :

- i. Action plan setelah pengawasan tidak berjalan dengan baik, adanya aktivitas yang tidak berjalan dengan semestinya membuat beberapa kendala selama proyek berlangsung dimana keseluruhan penyelesaian dalam pekerjaan tidak dapat diselesaikan dengan cepat.
- ii. Hasil Evaluasi pekerjaan blm bisa diaplikasikan, evaluasi berkala yang dilakukan oleh PT XYZ tidak cepat direspon oleh kontraktor hal ini dapat menghambat schedule awal pekerjaan dimana keseluruhan hasil evaluasi blm dapat diimplementasikan.

f. Kurangnya Koordinasi Lapangan

Dalam gambar 4.12 dibawah ini dapat diperkirakan bahwa kurang koordinasi dilapangan menyebabkan pengaruh terhadap terlambatnya proyek *fiscal metering system*, hal ini dipengaruhi oleh koordinasi antar lini dimana koordinasi dan komunikasi merupakan kunci dalam keberhasilan proyek. Penyebab dari kurangnya koordinasi dilapangan dipengaruhi oleh 2 (dua) hal yaitu koordinasi pengawas lapangan dan engineering team kurang sinkron serta koordinasi antara pengawas lapangan dan *construction team* sering tidak menghasilkan jalan keluar.



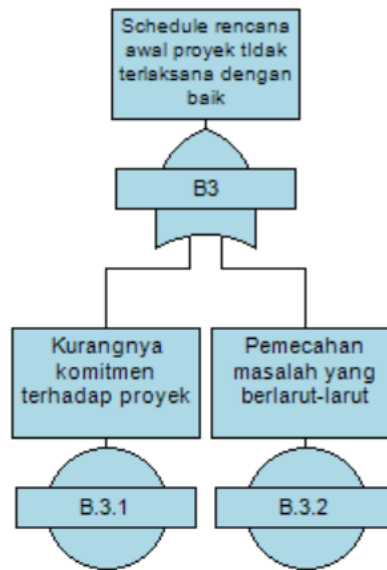
Gambar 4.12 Faktor-Faktor Kurangnya koordinasi Lapangan

Berdasarkan Analisa yang dilakukan oleh tim FGD terkait dengan penyebab keterlambatan hal ini terjadi dikarenakan adanya Kurangnya koordinasi lapangan adalah sebagai berikut :

- i. Buruknya komunikasi lapangan dan engineering team, dengan buruknya komunikasi sehingga mengakibatkan arus informasi dari lapangan tidak langsung terserap oleh engineering team dimana hal ini dapat menyebabkan informasi engineering tidak terserap dan dapat terjadi perubahan disain pada belakang hari yang mengakibatkan beberapa kejadian seperti stuck selama phase konstruksi dan instalasi.
- ii. Buruknya pengawas lapangan dengan construction team, hal ini diakibatkan oleh pengawas lapangan yang kurang cakap dalam permasalahan metering system.

g. Schedule Rencana Awal Proyek Tidak terlaksana dengan Baik

Dalam gambar 4.13 dibawah ini terdapat informasi dimana schedule rencana awal proyek tidak terlaksana dengan baik disebabkan oleh 2 (dua) faktor yang mempengaruhinya yaitu adanya hal tersebut yaitu komitmen terhadap proyek kurang dan adanya pekerjaan yang berlarut-larut blm ada pemecahan.



Gambar 4.13 Faktor-Faktor Schedule Rencana Awal Proyek Tidak terlaksana Dengan Baik

Berdasarkan Analisa yang dilakukan oleh tim FGD terkait dengan penyebab keterlambatan hal ini terjadi dikarenakan adanya Schedule rencana awal proyek tidak terlaksana dengan baik adalah sebagai berikut:

- i. Kurangnya komitmen terhadap proyek, berlarut-larut nya masalah yang terjadi akan membuat personnel dari project member akan merasa tidak berkomitmen terhadap proyek yang sedang berjalan.
- ii. Pemecahan masalah yang berlarut larut, pada saat masalah terjadi selama pekerjaan proyek berlangsung tidak adanya vocal point dari PT XYZ yang dapat memberanikan diri terkait dengan pemecahan masalah yang dialami oleh kontraktor.

4.7 Menentukan *Basic Event* dari FTA

Dari beberapa indikasi yang telah dijabarkan diatas maka, berikut merupakan daftar *basic event* dari skema *fault tree analysis* ditunjukan dalam table 4.8 dibawah ini

Tabel 4.8 *Basic Event FTA*

No	Kode Kejadian	Nama Kejadian
1	A.1.1	Barang import
2	A.1.2	Material belum tersedia di pasar domestic
3	A.1.3	Approval sheet penggunaan material lama disetujui oleh pihak QC
4	A.1.4	Terhambatnya masalah pembayaran (routing approval terlalu lama)
5	A.2.2	Fasilitas peralatan terbatas
6	A.2.1.1	Kurangnya perawatan perawatan peralatan
7	A.2.1.2	Pemakaian melebihi batas
8	A.3.1	Sources electrical power yang mati
9	A.3.2	Curah hujan yang relative tinggi sehingga dapat menstop pekerjaan
10	A.3.3	Kontur tanah yang bebatuan keras sehingga membutuhkan tambahan peralatan khusus
11	A.4.1.1	Opening job kurang transparant
12	A.4.1.2	Kualifikasi untuk karyawan permanen dalam pengawas proyek terlalu tinggi
13	A.4.1.3	Regenerasi dalam pengawas proyek tidak berjalan dengan baik
14	A.4.2.1	Komitment kontraktor dalam menyediakan man power
15	A.4.2.2	Pembayaran termin ke kontraktor berlangsung lama
16	A.4.2.3	Jumlah tenaga kerja tidak sesuai dengan proposal awal
17	A.4.2.4	Peralatan yang digunakan oleh kontraktor tidak sesuai standard yang telah ditentukan

No	Kode Kejadian	Nama Kejadian
18	A.5.1	Penambahan field instrument dari operation team
19	A.5.2	Interkoneksi pada eksisting facility
20	A.5.3	Safety issue
21	A.5.4	Penentuan drop zone fiscal metering system
22	A.6.1.1	Skill pekerja yang kurang memadai
23	A.6.1.2	Adanya persaingan tidak sehat
24	A.6.1.3	Adanya system replacement yang terjadi, sehingga tidak tuntasnya proyek
25	A.6.2.1	Permasalahan personal yang terkadang dibawa ke kantor sehingga mempengaruhi performance
26	A.6.2.2	Terlalu sering absen
27	A.6.2.3	Terkadang karyawan bosan untuk menangani proyek fiscal metering system
28	A.7.1	Proyek diterima dengan beberapa catatan (punch list)
29	A.7.2.1	Permintaan dari operation team tidak di accommodate
30	A.7.2.2	Pekerjaan tambah yang tidak sesuai dengan standard
31	B.1.1	Action plan setelah pengawasan tidak berjalan dengan baik
32	B.1.2	Hasil Evaluasi Pekerjaan Belum bisa diaplikasikan
33	B.2.1	Buruknya komunikasi pengawas lapangan dengan engineering team
34	B.2.2	Buruknya pengawas lapangan dengan Construction team

No	Kode Kejadian	Nama Kejadian
35	B.3.1	Kurangnya komitmen terhadap proyek
36	B.3.2	Pemecahan masalah berlarut-larut

4.7.1 Kombinasi *Basic Event*

Setelah selesai penggambaran diagram FTA (*Fault Tree Analysis*), maka langkah selanjutnya adalah menganalisis *Fault Tree* secara kuantitatif dengan menggunakan hukum *logic gate* dimana dalam *logic gate* terdapat rumus hukum probabilitas dalam penjumlahan (*or gate*) dan perkalian (*and gate*) .

Tujuan dari analisis ini adalah mencari *minimal cut set*, penentuan *cut set*. *Cut set* adalah kombinasi pembentuk pohon kesalahan yang mana bila semua terjadi akan menyebabkan peristiwa puncak terjadi. *Minimal cut set* ini adalah kombinasi peristiwa yang paling kecil yang membawa peristiwa yang tidak diinginkan. Sedangkan *mocus* adalah suatu metode untuk mendapatkan *cut set* dan *minimum cut set*. Kombinasi *basic event* didapat dari gambar FTA yang dianalisis dengan hubungan *and gate* atau *or gate*.

Disinilah teknik wawancara dibutuhkan yaitu proses pengambilan *sample* dari probabilitas (*judgment*). Adapun ketentuan probabilitas yang akan diberikan oleh *expert judgment* adalah data yang disesuaikan dengan indeks frekuensi yang diterjemahkan pada Tabel 4.9. berikut:

Tabel 4.9. Probability Rating Criteria

Skor	Deskripsi	Definisi
0,8	Very Critical	Always happen
0,6	Critical	Often occur
0,4	Significant	Sometimes it happens
0,2	Negligible	It is unlikely that this will happen
0,05	Very Negligible	Never happen

Heldman, 2005

Sehingga dari beberapa responden yang memberikan penilaian terkait dengan hal tersebut, pada table 4.10 dibawah ini, dimana probabilitas yang didapat dari setiap basic event dinilai berdasarkan *judgment* dari responden sesuai dengan ketentuan diatas.

Tabel 4.10 Probabilitas Basic Event

No	Kode Kejadian	Nama Kejadian	Probabilitas
1	A.1.1	Barang import	0,2
2	A.1.2	Tidak tersedianya material dipasar domestik	0,4
3	A.1.3	Approval sheet penggunaan material lama disetujui oleh pihak QC	0,2
4	A.1.4	Terhambatnya masalah pembayaran (routing approval terlalu lama)	0,4
5	A.2.2	Fasilitas peralatan terbatas	0,4
6	A.2.1.1	Kurangnya perawatan perawatan peralatan	0,4
7	A.2.1.2	Pemakaian melebihi batas	0,2
8	A.3.1	Sources electrical power yang mati	0,2
9	A.3.2	Curah hujan yang relative tinggi sehingga dapat menstop pekerjaan	0,2

No	Kode Kejadian	Nama Kejadian	Probabilitas
10	A.3.3	Kontur tanah yang bebatuan keras sehingga membutuhkan tambahan peralatan khusus	0,2
11	A.4.1.1	Opening job kurang transparant	0,2
12	A.4.1.2	Kualifikasi untuk karyawan permanen dalam pengawas proyek terlalu tinggi	0,2
13	A.4.1.3	Regenerasi dalam pengawas proyek tidak berjalan dengan baik	0,2
14	A.4.2.1	Komitment kontraktor dalam menyediakan man power	0,4
15	A.4.2.2	Pembayaran termin ke kontraktor berlangsung lama	0,4
16	A.4.2.3	Jumlah tenaga kerja tidak sesuai dengan proposal awal	0,4
17	A.4.2.4	Peralatan yang digunakan oleh kontraktor tidak sesuai standard yang telah ditentukan	0,2

No	Kode Kejadian	Nama Kejadian	Probabilitas
18	A.5.1	Penambahan field instrument dari operation team	0,2
19	A.5.2	Interkoneksi pada eksisting facility	0,2
20	A.5.3	Safety issue	0,2
21	A.5.4	Penentuan drop zone fiscal metering system	0,2
22	A.6.1.1	Skill pekerja yang kurang memadai	0,2
23	A.6.1.2	Adanya persaingan tidak sehat	0,4
24	A.6.1.3	Adanya system replacement yang terjadi, sehingga tidak tuntasnya proyek	0,2
25	A.6.2.1	Permasalahan personal yang terkadang dibawa ke kantor sehingga mempengaruhi performance	0,4
26	A.6.2.2	Terlalu seringnya absen	0,4
27	A.6.2.3	Terkadang karyawan bosan untuk menangani proyek fiscal metering system	0,4

No	Kode Kejadian	Nama Kejadian	Probabilitas
28	A.7.1	Proyek diterima dengan beberapa catatan (punch list)	0,4
29	A.7.2.1	Permintaan dari operation team tidak di accommodate	0,2
30	A.7.2.2	Pekerjaan tambah yang tidak sesuai dengan standard	0,2
31	B.1.1	Action plan setelah pengawasan tidak berjalan dengan baik	0,2
32	B.1.2	Hasil Evaluasi pekerjaan belum bisa diaplikasikan	0,4
33	B.2.1	Buruknya komunikasi pengawas lapangan dengan engineering team	0,4
34	B.2.2	Buruknya pengawas lapangan dengan Construction team	0,4
35	B.3.1	Kurangnya komitmen terhadap proyek	0,2
36	B.3.2	Pemecahan masalah berlarut-larut	0,2

Dalam table diatas hal tersebut merupakan faktor keterlambatan dalam pengerjaan proyek pembangunan *fiscal metering system*, hal ini dikarenakan dalam segala aktivitas tersebut perubahan ataupun penambahan pada pekerjaan proyek akan berdampak pada perubahan desain yang sehingga yang akan

dilakukan adalah mendisain ulang sehingga hal ini membutuhkan waktu yang cukup lama, sehingga akan mempengaruhi waktu penyelesaian dari proyek pembangunan fiscal metering system.

Dalam melakukan perhitungan *cut set* ini diperlukan bantuan software, *Isograph Reliability Workbench 13.0*, langkah-langkah dalam pembentukannya adalah menentukan event, menentukan faktor dari *basic event* FTA, setelah itu menentukan probabilitas dari masing-masing *basic event* tersebut dimana hasil dari perhitungan dari probabilitas ini didapat dari output dari software tersebut, adapun basic informasi ini didapat dari hasil wawancara serta penyebaran kuisioner dan wawancara dengan responden melalui forum FGD lalu didapatkan hasil minimal cut set dari masing-masing FTA.

Di dalam melakukan perhitungan *minimal cut set* menggunakan Notasi operator dalam *logic gate*, *OR Gate* gerbang yang menggambarkan gabungan dari kejadian-kejadian merupakan penjumlahan probabilitas dan *AND gate* yang menggambarkan irisan dari kejadian-kejadian merupakan perkalian probabilitas menurut hukum probabilitas. Data probabilitas yang telah diberikan oleh responden ke dalam masing-masing *basic event*, kemudian dikalkulasi pada seluruh FTA. Adapun hasil perhitungan probabilitas dan konsekuensi dari kombinasi *minimal cut set*-nya adalah sebagai berikut:

Kombinasi Cut Set pada OR Gate :

$$T = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

$$P(T) = P(C_1 \cup C_2 \dots \cup C_n)$$

$$= (P(C_1) + P(C_2) + \dots + P(C_n)) - P(C_1 \cap C_2 \cap \dots \cap C_n) \quad (1)$$

Kombinasi Cut Set pada AND Gate :

$$T = C_1 * C_2 * \dots * C_n$$

$$P(T) = P(C_1 \cap C_2 \cap \dots \cap C_n)$$

$$= (P(C_1) * P(C_2) * \dots * P(C_n)) \quad (2)$$

dimana : T = Hasil *minimal cut set*

$P(C_n)$ = probabilitas untuk *event* C_n

Perhitungan kombinasi dari *minimal cut set* dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 A &= A1+A2+A3+A4 \\
 &= (A1.1+A1.4+A1.5+A1.4) + (A2.1.2+A3.1) + (A3.1+A3.2) + A3.3 \\
 &= (A1.1+A1.4+(A1.5.1*A1.4) + A1.4) +(A2.1.2+A3.1) + (A3.1+A3.2)+A3.3 \\
 &\dots\dots\dots(3)
 \end{aligned}$$

Dalam table 4.6 dibawah ini menjelaskan bahwa *minimal cut set* dari proses produksi terganggu dengan barang import hingga Pekerjaan tambah yang tidak sesuai dengan standard. Untuk mencari nilai probabilitas intermediate *event* utama.

Tabel 4.11 Minimal cut set pada Proses Produksi

Kode Kejadian	Nama Kejadian	Probabilitas
A.1.1	Barang import	0,6
A.1.4	Terhambatnya masalah pembayaran (routing approval terlalu lama)	0,2
A.1.4	Approval sheet penggunaan material lama disetujui oleh pihak QC	0,2
A.2.1.2	Pemakaian melebihi batas	0,4
A.3.1	Sources electrical power yang mati	0,4
A.3.2	Curah hujan yang relative tinggi sehingga dapat menstop pekerjaan	0,2
A.3.3	Kontur tanah yang bebatuan keras sehingga membutuhkan tambahan peralatan khusus	0,2
A.4.1.1	Opening job kurang transparant	0,4
A.4.1.2	Kualifikasi untuk karyawan permanen dalam pengawas proyek terlalu tinggi	0,2

Kode Kejadian	Nama Kejadian	Probabilitas
A.4.1.2	Material belum tersedia di pasar domestic	0,2
A.4.1.3	Regenerasi dalam pengawas proyek tidak berjalan dengan baik	0,4
A.7.1	Proyek diterima dengan beberapa catatan (punch list)	0,4
A.7.2.1	Permintaan dari operation team tidak di accommodate	0,4
A.7.2.2	Pekerjaan tambah yang tidak sesuai dengan standard	0,2
TOTAL		0,6718

Pada table 4.12 dibawah ini menjelaskan minimal cut set pada manajemen yang kurang baik diawali dengan Action plan setelah pengawasan tidak berjalan dengan baik hingga Pemecahan masalah berlarut-larut.

Dengan menggunakan persamaan Bisa didapat perhitungan kombinasi *minimal cut set* dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 B &= B1+B2 \\
 &= (B1.1+B2.1+B2.2)+(B2.1+B3.1+B3.2) \\
 &= (B1.1+B2.1+B2.2)+((B2.1.1+B3.1)+(B3.1+B3.2) \\
 &\quad + (B3.1+B3.2) \dots\dots\dots(4)
 \end{aligned}$$

Tabel 4.12 Minimal Cut Set pada Manajemen kurang baik

Kode Kejadian	Nama Kejadian	Probabilitas
B.1.1	Action plan setelah pengawasan tidak berjalan dengan baik	0,4

Kode Kejadian	Nama Kejadian	Probabilitas
B.2.1	Buruknya komunikasi pengawas lapangan	0,4
B.2.2	Buruknya pengawas lapangan dengan construction team	0,2
B.3.1	Kurangnya komitmen terhadap proyek	0,4
B.3.2	Pemecahan masalah berlarut-larut	0,2
TABEL		0,2662

Dari table 4.11 dan 4.12 diatas diketahui bahwa untuk masing-masing minimal cutset dari FTA untuk “proses produksi terganggu” probabilitanya sebesar **0,6718** sedangkan untuk “Manajemen system yang kurang baik” mempunyai probabilitasnya sebesar **0,2662**. Sehingga jumlah total probabilitas minimal cut set untuk top event adalah

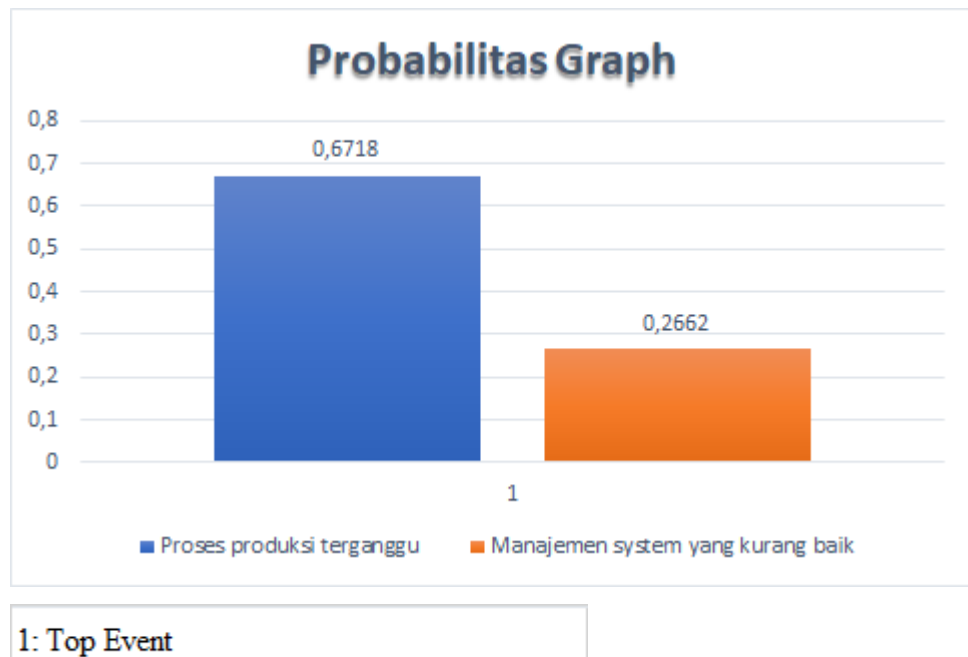
$$T = C1 + C2 + \dots Cn$$

$$T = C1 + C2 + C3$$

$$T = 0,6718 + 0,2662$$

$$T = 0,938$$

Sehingga probabilitas *Top Event* dari proses produksi dan manajemen yang kurang baik adalah sebesar 0,938.



Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Probabilitas

Dari gambar diatas menunjukan bahwa Pada proses produksi yang terganggu memiliki probabilitas yang tinggi dibandingkan dengan manajemen system yang kurang baik, hal ini dikarenakan sebgayaan besa aktivitas berlangsungnya pekerjaan proyek memberikan kontribusi yang sangat besar.

4.8 Evaluasi Faktor Akibat Keterlambatan Proyek Pembangunan *Fiscal Metering System* dengan Metode Event Tree Analysis (ETA)

Metode *Event Tree Analysis (ETA)* merupakan Teknik Analisa yang akan digunakan untuk mengevaluasi proses dan kejadian yang mengarah pada kemungkinan kegagalan. Setelah melakukan proses penyusunan diagram *event tree*, kemudian penentuan probabilitas dan konsekuensi dari masing-masing *pivotal event*.

Dengan teknik dan proses yang sama seperti penentuan probabilitas dan konsekuensi dari *basic event* pada *fault tree*. Untuk menghitung konsekuensi dilakukan berdasarkan kriteria rating konsekuensi pada table 4.13 dibawah ini. Teknik wawancara kuisoner dibutuhkan untuk pengambilan *sample* dari probabilitas (*judgment*) dan konsekuensi dampak.

Tabel 4.13 Kriteria Rating Konsekuensi

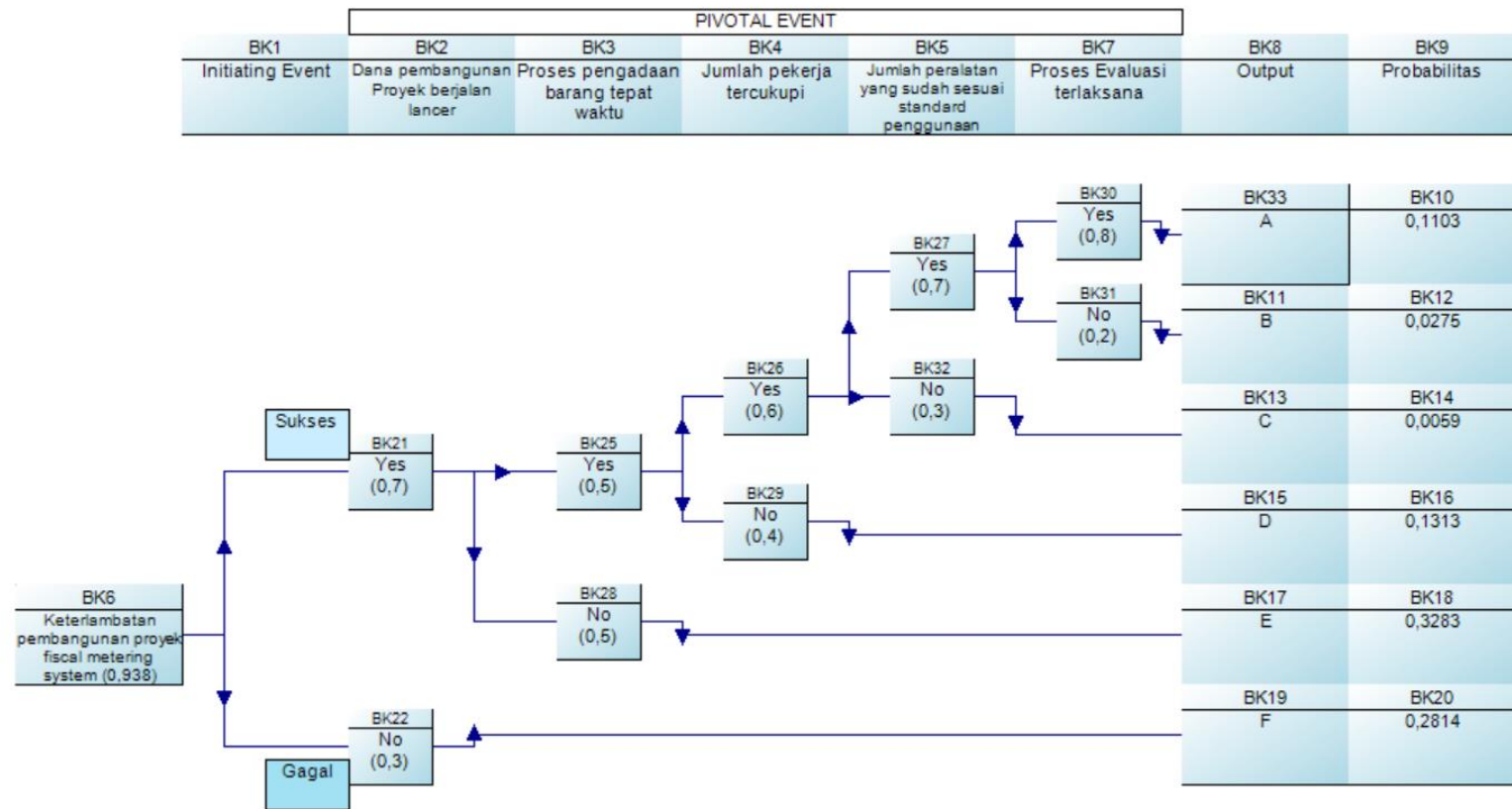
Project Objective	Very Low/0,05	Low / 0,10	Moderate/0,20	High 0,40	Very High 0,80
Keberlanjutan Proyek	Proyek terlambat namun dapat diatasi dengan perencanaan cadangan	Proyek terlambat namun perencanaan cadangan tidak berjalan dengan baik	Proyek terlambat, namun power tidak mendukung, biaya semakin bertambah	Proyek terbengkalai dan tidak ada perencanaan yang pasti	Proyek tidak berjalan
Biaya	Kenaikan biaya yang tidak signifikan	Biaya meningkat <10%	Biaya meningkat 10-20%	Biaya meningkat 20-40%	Biaya meningkat >40%
Waktu	Penambahan waktu yang tidak signifikan	Waktu bertambah <5%	Waktu bertambah 5-10%	Waktu bertambah 10-20%	Waktu bertambah >20%

Pada table 4.14 dibawah ini didapat probabilitas dan konsekuensi untuk masing-masing pivotal event.

Table 4.14 Probabilitas dan Konsekuensi pada *Initiating Event*

No	Pivotal Event	Probabilitas
1	Dana pembangunan Proyek berjalan lancar	0,7
2	Proses pengadaan barang tepat waktu	0,5
3	Jumlah pekerja tercukupi	0,6
4	Jumlah peralatan yang sudah sesuai standard penggunaan	0,7
5	Proses Evaluasi terlaksana	0,8

Halaman ini Sengaja Dikosongkan



Gambar 4.15. Diagram ETA akibat Proyek pembangunan Fiscal Metering System

Dari keterangan Gambar 4.15 Diagram *Event tree analysis* (ETA) :

a. *Initiating event*

Initiating event ini adalah kejadian awal dalam scenario kegagalan pada ETA dimana studi kasus ini adalah keterlambatan pada proyek pembangunan *fiscal metering system*, dengan hasil probabilitas dari FTA adalah sebesar **0,938**.

b. *Pivotal Event*

Pivotal event terdapat 5 faktor yang merupakan kejadian gagal maupun sukses dari metode keselamatan yang ditetapkan untuk mencehah *initiating event* agar tidak mengakibatkan sebuah kecelakaan atau keterlambatan diantaranya adalah :

- Dana Fabrikasi yang lancar
Ketersediaan dana merupakan awalan dari keseluruhan rangkaian tahap pembangunan, dengan adanya dana maka dapat dilakukan pemesanan material untuk fabrikasi hingga menunjang kegiatan-kegiatan pendukung dalam proses fabrikasi seperti proses engineering. Dengan tidak adanya dana ataupun kelancaran pendanaan maka dapat menyebabkan keterlambatan proyek untuk pembangunan *fiscal metering system*.
- Ketersediaan material dilapangan harus sudah siap
Ketersediaan material dilapangan harus dipastikan sudah siap pada saat akan dimulai tahap persiapan proyek, hal ini dikarenakan dengan tidak adanya material dilapangan dapat menyebabkan proyek terhenti yang mana dampaknya akan menyebabkan keterlambatan.
- Sarana dan prasarana memenuhi standard
Sarana dan prasana disini merupakan peralatan hingga tempat yang akan digunakan untuk pembangunan proyek pembangunan *fiscal metering system*. Kondisi peralatan dan tempat yang digunakan selama proyek berlangsung harus

memenuhi standar yang ada. Hal tersebut dimaksudkan agar keberlangsungan dari proses fabrikasi dapat berjalan dengan lancar.

- SDM mencukupi yang berkualifikasi
SDM (Sumber daya manusia) merupakan hal vital lainnya yang mendukung sebuah proyek pembangunan fiscal metering system. Jumlah dari SDM hingga skill yang dimiliki oleh setiap SDM harus sesuai dengan kebutuhan yang ada dilapangan.

Kurangnya jumlah pekerja, kurangnya pengalaman kerja hingga tidak adanya sertifikat standar kerja maka suatu pekerjaan dalam proses pembangunan dapat terganggu..

- Sub Kontraktor yang kredibel
Dalam suatu proyek pembangunan fiscal metering ini terdapat beberapa hal yang tidak dapat diatasi dengan sumber daya yang ada. Hal tersebut dapat terjadi karena kurangnya jumlah tenaga pekerja atau kebutuhan peralatan yang digunakan. Untuk itu ada sub kontraktor yang membantu kontraktor utama untuk menyelesaikan suatu project dengan perjanjian yang telah disetujui. Karena cukup vitalnya peranan sub kontraktor ini maka perlu dicari sub kontraktor yang kredibel agar keberlangsungan proyek dapat berjalan lancar..

c. *Output*

Output pada *Event Tree Analysis (ETA)* ini memiliki konsekuensi yang masing masing memiliki output probabilitas sesuai dengan *pivotal eventnya* yang tidak terjadi. Nilai dari proyek yang digunakan untuk melaksanakan pembangunan proyek *fiscal metering system* adalah dengan kurs USD, tetapi dalam hal aplikasi menggunakan IDR. Total dari investasi pengembangan proyek *fiscal metering* ini total senilai IDR 194.229.168.693,12 atau sekitar \$12.450.587,74, dimana asumsi untuk

kurs sebesar Rp. 15.600,- berdasarkan keputusan memo dari department BPC kepada *project eng* terkait dengan penetapan penggunaan nilai kurs. Dalam keterangan pada masing masing ETA dapat dilihat bahwa hal ini memiliki konsekuensi dimana masing-masing output memiliki probabilitas sesuai dengan *pivot event* yang tidak terjadi keterangan mengenai masing-masing output diantaranya sebagai berikut :

- **Output A**

Pada proyek pembangunan *fiscal metering system* ini berhasil diselesaikan namun mengalami keterlambatan selama antara 1 hari s/d 1 minggu, maka denda perhari yang diakibatkan keterlambatan yaitu sebesar 1 ‰ dari total nilai kontrak sebesar IDR 194.229.168.693,12, maka yang dikenakan sebesar perharinya sebesar IDR 194.229.169 dan untuk denda tertinggi sebesar IDR 971.145.843.

Output A terjadi dengan probabilitas sebesar **0,1103**

- **Output B**

Pada proyek pembangunan *fiscal metering system* ini berhasil diselesaikan namun mengalami keterlambatan pada proses evaluasi produksi tidak terlaksana dengan baik, sehingga keterlambatan tersebut yaitu sebesar 1 ‰ dari nilai kontrak sebesar IDR 194.229.168.693,12, maka denda yang diakibatkan dengan keterlambatan 1 bulan sebesar IDR 4.467.270.880 sedangkan untuk maksimal denda 6 bulan sebesar IDR 26.803.625.280.

Output B terjadi dengan probabilitas sebesar **0,0275**

- **Output C**

Pada proyek pembangunan *fiscal metering system* ini berhasil diselesaikan namun mengalami keterlambatan pada keterlambatan yang terjadi hingga 8 bulan – 12 bulan yang diakibatkan oleh tidak

adanya jumlah peralatan mencakupi dan tidak sesuai dengan standard, sehingga dikenakan biaya denda perharinya sebesar nilai keterlambatan 1 ‰ dari total nilai kontrak sebesar IDR 194.229.168.693,12, maka denda yang diakibatkan dengan keterlambatan 8 bulan sebesar IDR 35.738.167.040 sedangkan untuk maksimal denda 12 bulan sebesar IDR 53.607.250.559.

Output C terjadi dengan probabilitas sebesar **0,0059**

- **Output D**

Pada proyek pembangunan *fiscal metering system* ini berhasil diselesaikan namun mengalami keterlambatan yang terjadi hingga 13 bulan – 14 bulan yang disebabkan oleh tidak adanya jumlah pekerja yang tercukupi, berpengalaman serta sertifikasi. mencakupi dan tidak sesuai dengan standard sehingga dikenakan biaya denda per harinya sebesar nilai keterlambatan 1 ‰ dari total nilai kontrak sebesar dari total nilai kontrak sebesar IDR 194.229.168.693,12, maka denda yang diakibatkan dengan keterlambatan 13 bulan sebesar IDR 58.074.521.439 sedangkan untuk maksimal denda 14 bulan sebesar IDR 62.541.792.319

Output D terjadi dengan probabilitas sebesar **0,1313**

- **Output E**

Pada proyek pembangunan *fiscal metering system* ini berhasil diselesaikan namun mengalami keterlambatan yang terjadi hingga 15 bulan – 16 bulan diakibatkan oleh proses pengadaan barang yang tidak tepat waktu sehingga dikenakan biaya denda perharinya sebesar nilai keterlambatan 1 ‰ dari total nilai kontrak sebesar IDR 194.229.168.693,12, maka denda yang diakibatkan dengan

keterlambatan 15 bulan sebesar IDR 67.009.063.199 sedangkan untuk maksimal denda 16 bulan sebesar IDR 71.476.334.079

Output E terjadi dengan probabilitas **0,3283**

- **Output F**

Proyek pembangunan *Fiscal metering system* jika tidak diselesaikan atau mengalami kegagalan dalam pembangunannya dikarenakan adanya ketersendatan dana dari pihak BPC (*Budgetary planning cost*).

Output F terjadi dengan probabilitas **0,2814**

Dari beberapa *scenario* yang dituangkan dalam diagram ETA diatas maka didapatkan dampak selain dari perhitungan denda yang dihitung berdasarkan analisa FGD yang dibuat berdasarkan *event tree analysis* (ETA) diagram dari output yang dihasilkan dari metode tersebut, sebagai berikut :

- a. Jadwal sertifikasi untuk *fiscal metering system* terganggu, akibatnya dilakukan kembali untuk inspeksi sertifikasi kembali, penggunaan alat ukur menjadi tertunda sebagaimana mestinya.
- b. Jadwal start-up terganggu, dengan terganggunya hal ini maka dapat dipastikan pengiriman bahan bakar sangat terganggu.
- c. BEP dari suatu pembangunan proyek fiscal metering system ini menjadi lebih lama.
- d. *Payback period* menjadi lebih lama sehingga dalam perhitungan nilai ke ekonomisan dalam proyek sudah tidak ekonomis dalam perhitungan investasi.
- e. Nama baik Kontraktor di PT XYZ untuk proyek sejenis akan menjadi pertimbangan yang serius dikemudian hari, dikarenakan komitmen dalam penyelesaian proyek tidak tepat waktu.

PEnggolongan data ini juga meminta persetujuan dari responden ETA dengan menggunakan metode wawancara. Hasil dari wawancara responden terhadap *consequence* dapat dilihat pada table 4.15a dibawah ini :

Tabel 4.15a Hasil Perhitungan *Pivotal Event*

No	Output	Frequency Index (FI)		Severity Index (SI)	
		Kuantitatif	Kualitatif	Kuantitatif	Kualitatif
1	Output A	0,1103	<i>Reasonably Remote</i>	1	Minor
2	Output B	0,02576	<i>Extremely Remote</i>	2	Moderate
3	Output C	0,0059	<i>Extremely Remote</i>	2	Moderate
4	Output D	0,1313	<i>Remote</i>	2	Moderate
5	Output E	0,3283	<i>Remote</i>	2	Moderate
6	Output F	0,2814	<i>Remote</i>	4	Catastrophic

4.9 Identifikasi *Risk Event*, *Likelihood* dan *Consequences*

Dari hasil studi yang telah dilakukan terdapat elemen yang berpengaruh terhadap keterlambatan proyek *fiscal metering system*, diskusi dan wawancara kepada expert ini untuk mengetahui resiko mana yang mempengaruhi keterlambatan proyek tersebut. Pada table 4.15 dibawah ini ditunjukkan deskripsi singkat dari masing-masing *risk event* yang telah didefinisikan dari hasil diskusi tersebut.

Tabel 4.15 Deskripsi Resiko Pada proyek pembangunan *Fiscal Metering*

No	Resiko	Deskripsi Resiko	Mitigasi	Faktor Penghalang
A	Kendala pada keseluruhan aktivitas proyek	Monitoring terhadap schedule proyek tidak terlaksana dengan baik	Melakukan evaluasi kerja terhadap keterlambatan pelaksanaan aktivitas proyek dengan mengadakan <i>weekly meeting</i> dengan anggota proyek.	Tidak ada
B	Peralatan yang tidak sesuai dengan standard	Penggunaan peralatan kerja tidak sesuai dengan kebutuhan lapangan	Diperlukan mengidentifikasi peralatan kerja sebelum dimulai proyek	Tidak semua proyek yang didapatkan oleh kontraktor memiliki spesifikasi yang sama, sehingga penggunaan alat tergantung terhadap proyek yang didapatkan
C	Sumberdaya manusia	Dari sisi Owner :	Dari sisi Owner:	Dari Sisi Owner :

No	Resiko	Deskripsi Resiko	Mitigasi	Faktor Penghalang
	yang terbatas	Keterbatasan sumberdaya dalam menangani proyek. Dari sisi Kontraktor : Jumlah manpower pada saat pelaksanaan tidak sesuai dengan proposal yang diajukan	Merekrut <i>project team</i> baru. Dari sisi Kontraktor : Penambahan manpower pada saat proyek dalam phase konstruksi	Tingkat perijinan harus disetujui hingga level menejerial Dari sisi Kontraktor : Terlambatnya pencarian tenaga kerja pada saat konstruksi menyebabkan beberapa pekerjaan terhambat
D	Tenaga kerja yang kurang berkompeten	Terdapat tenaga kerja yang kurang memenuhi kualifikasi Teknik yang dipersyaratkan	Mengadakan training berskala internasional, melakukan <i>recruitment</i> pekerja yang berpengalaman	Pekerja lama keluar setelah dibekali pelatihan, karyawan lama banyak yang memasuki masa purna kerja (pension)
E	Pengadaan material yang tidak sesuai	Kesalahan kontraktor dalam membaca <i>specification</i>	Kontraktor bertanggung jawab terhadap material serupa dengan	Tidak ada

No	Resiko	Deskripsi Resiko	Mitigasi	Faktor Penghalang
	dengan <i>specification</i>	yang diberikan	spesifikasi yang mendekati permintaan proyek, adanya kerja kurang yang akan dibebankan oleh kesalahan kontraktor	
F	Tidak adanya material dipasar lokal	-	Percepatan dalam merelease PO	Persetujuan dari owner yang melibatkan banyak pihak mengakibatkan lamanya memperoleh <i>approval</i>
G	Kualitas material kurang baik	Mempercepat umur penggunaan material	Kontraktor harus melampirkan sertifikat material	Tidak ada
H	Durasi pengiriman lama	Keterlambatan pemasangan equipment	Mempercepat proses PO	<i>Schedule</i> yang bentrok dengan <i>schedule approval</i> document
I	Material <i>Import</i>	Keterlambatan pengiriman material	Mencari alternative material dalam negri yang sesuai dengan standard	Menghindari penggunaan <i>high spec</i> dalam proyek

No	Resiko	Deskripsi Resiko	Mitigasi	Faktor Penghalang
			material yang dipergunakan	
J	Keahlian pekerja kurang memadai		Memberikan apresiasi kepada karyawan yang berprestasi, melakukan pelatihan	Banyak karyawan mengundurkan diri/pindah ke kantor lain setelah mendapatkan pelatihan

Dari table diatas dapat dilihat bahwa terdapat 10 *risk event* yang sangat mempengaruhi keterlambatan pada proyek pembangunan *fiscal metering system*, setelah didapatkan *risk event* dari hasil wawancara dan diskusi Bersama dengan pihak ekspert maka selanjutnya dilakukan pembagian untuk mendapatkan *likelihood* dan *consequences* yang nantinya akan di konversi ke dalam skala. Rata-rata penilaian resiko ini untuk masing-masing *risk event* yang telah teridentifikasi sebelumnya sehingga dapat 4.9. dilihat dalam lampiran 4.

4.9.1 Evaluasi Resiko

Pada tahap evaluasi ini akan dilakukan pembentukan peta resiko untuk mengetahui resiko tersebut tergolong kategori *low risk* hingga sampai *extreme risk*, penentuan ranking resiko ini berdasarkan nilai *likelihood* dan *consequences* yang ada pada masing-masing *risk event*.

4.9.2 Peta Resiko

Matrix resiko pada table 4.16 merupakan matriks yang diperbolehkan dari hubungan antara kejadian resiko dan dampak dari kejadian resiko. Table 4.16 merupakan risk matriks masing-masing kejadian resiko.

Tabel 4.16 Risk Matriks

				Qualitative	Proyek Pembangunan dengan dikenai denda antara 1 hari - 1 minggu	Proyek pembangunan fiscal metering system dikenai denda 500 juta – 4.9 M dan proyek mengalami keterlambatan antara 1 hari s/d 1 bulan	Proyek pembangunan proyek fiscal metering system dikenai denda 5 M – 499 M dan proyek mengalami keterlambatan antara 6 bulan s/d 2 tahun	Proyek pembangunan proyek fiscal metering system dikenai denda 500 M – 1 T dan proyek mengalami keterlambatan	Kegagalan dalam pembangunan proyek
				Rating	Negligible	Minor	Moderate	Major	Catastropic
INDEKS FREKUENSI	Qualitative	Rating	FI						
	Kejadian selalu terjadi pada setiap kondisi	10^{-1}	Frequent	5	5	6	7	8	9
	Kejadian sering terjadi pada setiap kondisi	10^{-2}	Reasonably Probable	4	4	5	6	7	8
	Kejadian terjadi pada kondisi tertentu	10^{-3}	Remote	3	3	4	5	6	7
	Kejadian kadang terjadi pada kondisi tertentu	10^{-4}	Extremely Remote	2	2	3	4	5	6
	Kejadian jarang terjadi hanya pada kondisi tertentu	10^{-5}	Extremely Improbable	1	1	2	3	4	5

Keterangan :

Dari table 4.16 diatas

- 1 – 3 Low Risk, Resiko dengan tingkat kecil yang dapat diterima dan hanya dibutuhkan pengawasan lebih lanjut.
- 4 – 5 Moderate, Resiko dengan tingkat sedang yang bisa diterima dengan adanya mitigasi dan pengawasan lebih lanjut.
- 6 – 7 High Risk, resiko tingkat tinggi yang masih bisa diterima asalkan dengan adanya Tindakan mitiasi yang lebih khusus dan kajian ulangan terhadap system dan prosedur yang ada.
- 8 – 9 extreme risk, resiko dengan tingkat ekstrem yang tidak dapat diterima karena sangat berbahaya dan merugikan.

Sehingga dapat dilakukan penggolongan terhadap hasil dari ETA kedalam risk matrix dengan rumus index matrix sebagai berikut :

$$RI = FI + SI$$

Dimana :

RI = Risk Index

FI = Frequent Index

SI = Severity Index

Hasil dari perhitungan ini akan ditunjukkan pada table 4.17 dibawah ini, yang menjelaskan tentang penggolongan output ke dalam *Risk Index* (RI) terhadap *Event Tree Analysis* (ETA).

Tabel 4.17 Hasil Resiko keterlambatan proyek pembangunan Fiscal emtering system Output Risk Matrix

No	Output	Frequency Index (FI)		Severity Index (SI)		Resiko Index (SI)	
1	Output A	4	<i>Reasonably Remote</i>	1	<i>Minor</i>	3	<i>Low</i>
2	Output B	2	<i>Extremely Remote</i>	2	<i>Moderate</i>	4	<i>Low</i>
3	Output C	2	<i>Extremely Remote</i>	2	<i>Moderate</i>	4	<i>Low</i>
4	Output D	3	<i>Remote</i>	2	<i>Moderate</i>	5	<i>Moderate</i>
5	Output E	3	<i>Remote</i>	2	<i>Moderate</i>	6	<i>Moderate</i>
6	Output F	3	<i>Remote</i>	4	<i>Catastrophic</i>	7	<i>Moderate</i>

Tabel 4.18 Hasil Output Risk Matrix

				Qualitative	Development Projects are subject to a fine of between 1 day - 1 week		Fiscal metering system development projects are subject to a fine of 500 million - 4.9 billion and the project experiences delays between 1 day to 1 month		Fiscal metering system development projects are subject to a fine of 5 M - 499 M and the project experiences delays between 6 months to 2 years		Fiscal metering system development projects are subject to a fine of 500 M - 1 T and the project is delayed		Failure in project development		
					Rating	Negligible		Minor		Moderate		Major		Catastrophic	
INDEKS FREKUENSI	Qualitative	Probability	Risk												
	Events always occur in every condition	10 ⁻¹	Certain	5	5		6		7		8		9		
	Occurrences occur frequently in every condition	10 ⁻²	Likely	4	4		5		6 B		7 E,F		8		
	Kejadian terjadi pada kondisi tertentu	10 ⁻³	Possible	3	3 A		4 C,D		5		6		7		
	Events sometimes occur under certain conditions	10 ⁻⁴	Unlikely	2	2		3		4		5		6		
	Rare events occur only under certain conditions	10 ⁻⁵	Rare	1	1		2		3		4		5		

4.10 Mitigasi Resiko

Pada tahapan ini penulis melakukan upaya mitigasi atau yang biasa dikenal dengan penanganan resiko, dimana resiko yang dimitagasi adalah yang berada dalam kategori penelitian, mitigasi resiko yang dilakukan adalah sebatas upaya memberikan rekomendasi. Proses upaya ini dilakukan melalui wawancara dan diskusi bersama *expert* pada proyek pembangunan *fiscal metering system*, hasil upaya tersebut ditunjukkan pada table 4.19 dibawah ini.

Tabel 4.19 Daftar Mitigasi Resiko Pada Keterlambatan Proyek *fiscal metering system*

No	Resiko	Kategori Resiko/Rating	Mitigasi Resiko			
			Menghindari Resiko	Mentransfer Resiko	Mengurangi Probabilitas Resiko	Menerima Resiko
A	Kendala pada keseluruhan aktivitas proyek	Remote	Melakukan pengawasan ketat dalam proyek		Melakukan koordinasi secara berkala Bersama tim proyek	
B	Peralatan yang tidak sesuai dengan standard	Reasonably Probable		Melakukan persiapan peralatan pra dan pasca aktivitas proyek		
C	Sumberdaya manusia	Remote	Melakukan rekrutmen			

No	Resiko	Kategori Resiko/Rating	Mitigasi Resiko			
			Menghindari Resiko	Mentransfer Resiko	Mengurangi Probabilitas Resiko	Menerima Resiko
	yang terbatas					
D	Tenaga kerja yang kurang berkompeten	Remote	Diberlakukannya SOP pada setiap aktivitas teknis/yang melibatkan <i>skill</i> tinggi	Adanya tenaga ahli dalam pemantauan aktivitas proyek	Melakukan pengawasan berkala untuk aktivitas teknis	
E	Pengadaan material yang tidak sesuai dengan <i>specification</i>	Reasonably Probable	Adanya <i>engineering team</i> dalam rangka review desain <i>engineering</i>			

No	Resiko	Kategori Resiko/Rating	Mitigasi Resiko			
			Menghindari Resiko	Mentransfer Resiko	Mengurangi Probabilitas Resiko	Menerima Resiko
F	Tidak adanya material dipasar lokal	Reasonably Probable	Alternatif mencari material dipasar luar negri dengan cara membuat tambahan PO baru. Mencari supplier baru dalam pengadaan material.			<i>Late respond</i> informasi dari supplier
G	Kualitas material kurang baik	Reasonably Probable	Material take off, spesifikasi material dapat diberikan pada saat awal-awal engineering phase			

No	Resiko	Kategori Resiko/Rating	Mitigasi Resiko			
			Menghindari Resiko	Mentransfer Resiko	Mengurangi Probabilitas Resiko	Menerima Resiko
H	Durasi pengiriman lama	Extremely Remote	Memberikan waktu pada supplier untuk bisa mengirimkan material sesuai dengan schedule yang ditentukan, <i>engineering document</i> mendapatkan <i>approval</i> lebih cepat dari document lainnya			
I	Material <i>Import</i>	Extremely Remote	Mencari alternative material dalam negri			

No	Resiko	Kategori Resiko/Rating	Mitigasi Resiko			
			Menghindari Resiko	Mentransfer Resiko	Mengurangi Probabilitas Resiko	Menerima Resiko
			yang sesuai dengan standard material yang dipergunakan			
J	Keahlian pekerja kurang memadai	Reasonably Probable			Memberikan apresiasi kepada karyawan yang berprestasi, melakukan pelatihan	

Pada table 4.19 diatas dijelaskan mengenai 10 macam resiko yang memberikan dampak besar terhadap keterlambatan proyek diantaranya adalah :

- a. Kendala pada keseluruhan aktivitas proyek, dengan membuat mitigasi resikonya adalah melakukan pengawasan dan melakukan koordinasi secara berkalabersama tim proyek.
- b. Peralatan yang tidak sesuai dengan standard, dengan membuat mitigasi resikonya adalah meleakukan persiapan peralatan pra dan pasca proyek berlangsung.
- c. SUMberdaya manusia yang terbatas, dimana rencana tindaklanjutnya adalah melakukan *recruitment*.
- d. Tenaga kerja yang berkompeten adapun dengan membuat mitigasi resikonya adalah melakukan pengawasan berkala dan menambah tenaga ahli serta memberlakukan SOP pada kegiatan teknikal.
- e. Pengadaan material yang tidak sesuai dengan spesifikasi, dengan membuat mitigasi resikonya adalah melakukan pengawasan terhadap kegiatan *engineering* secara ketat
- f. Tidak adanya material dipasar lokal, dengan membuat mitigasi resikonya adalah mencari alternatif material dipasar lua rnegri dengan cara mencari supplier-supplier baru.
- g. Kualtias material kurang baik, dengan membuat mitigasi resikonya adalah pengawasan ketat terhadap pemilihan material-material pada awal-awal *engineering phase*.
- h. Durasi pengiriman lama, dengan membuat mitigasi resikonya adalah pengontrolan ketat selama *engineering phase* untuk mendapatkan *approval* dari pihak *owner*.
- i. Material *import*, dengan membuat mitigasi resikonya adalah mencari alternatif material yang sesuaid engan spesifikasi didalam negri
- j. Keahlian pekerja yang kurang memadai, dengan membuat mitigasi resikonya adalah memberikan apresiasi kepada karyawan yang berprestasi.

Macam-macam konsekuensi dari hasil *event tree analysis* (ETA) dari keterlambatan proyek pembangunan *fiscal metering system* beserta pemulihan dan

pengurangan konsekuensi dan beberapa faktor penghalang lainnya. Penentuan diskusi ini Bersama-sama dengan FGD team dan tambahan Bersama HSSE (*Health Safety Security Environment*) team.

4.11 Implikasi Manajerial

Berdasarkan diskusi Bersama stakeholder bahwa terkait dengan Analisa-analisa diatas, bahwa implikasi serius terhadap keterlambatan pada proyek pembangunan *Fiscal metering system* memberikan koreksi nilai terhadap , dimana implikasi tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Besarnya kerugian finansial terkait dengan keterlambatan dari proyek pemabngunan *fiscal metering system ini*.
- b. Tim pengawas proyek yang ada harus dievaluasi, mengingat investasi jasa pengawas memakan porsi yang besar dalam anggaran tahunan.
- c. Mempertimbangkan struktur organisasi yang ada, mengingat KPI yang dibebankan oleh tim proyek tidak tercapai.
- d. Jenis-jenis resiko pada keterlambatan proyek *fiscal metering system* ini adalah :
 - Kendala pada keseluruhan aktivitas proyek.
 - Peralatan yang tidak sesuai dengan standard.
 - SUMberdaya manusia yang terbatas.
 - Tenaga kerja yang berkompeten.
 - Pengadaan material yang tidak sesuai dengan spesifikasi.
 - Tidak adanya material dipasar lokal.
 - Kualtias material kurang baik.
 - Durasi pengiriman lama.
 - Material *import*.
 - Keahlian pekerja yang kurang memadai.

Halaman ini Sengaja Dikosongkan

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan ada beberapa hal yang dapat diambil kesimpulannya yaitu :

1. Berdasarkan dari *fault tree analysis* (FTA) didapatkan 36 (tiga puluh enam) *basic* event yang menjadi faktor utama dari keterlambatan pekerjaan proyek pembangunan *fiscal metering system*.
2. Dari hasil perhitungan *minimal cut set* dari masing masing permasalahan utama adalah sebagai berikut :
 - a. Proses produksi, memiliki probabilitas sebesar 0,6718 yang berarti tingkat kemungkinan untuk terjadinya keterlambatan pekerjaan proyek *fiscal metering system* pada proses produksi ini pada kategori tinggi sehingga membutuhkan atensi tinggi untuk selalu dipantau dengan membuat *task force*.
 - b. System manajemen yang buruk memiliki probabilitas sebesar 0,2662, yang berarti tingkat kemungkinan untuk keterlambatan pekerjaan proyek *fiscal metering system* pada system manajemen yang buruk ini pada kategori sedang, hal ini tidak diperlukan untuk pembuatan *task force* tetapi hanya harus mengadakan monitoring yang ketat terhadap pelaksanaan proyek yang berjalan.
 - c. Probabilitas dari keseluruhan keterlambatan pembangunan proyek *fiscal metering system* adalah sebesar 0,9384, yang berarti tingkat kemungkinan untuk keterlambatan pekerjaan proyek *fiscal metering system* pada system manajemen yang buruk ini pada kategori tinggi.
3. Membuat daftar mitigasi resiko yang berisikan resiko-resiko yang mempunyai andil besar dalam keterlambatan pada proyek pembangunan *Fiscal metering system* dengan metode mitigasi resiko dengan cara menganalisa dari setiap keterlambatan dengan metode menghindari resiko, mentransfer resiko, mengurangi resiko dan menerima resiko.

4. Dampak-dampak dari keterlambatan proyek pembangunan proyek *fiscal metering system* menggunakan metode *event tree analysis* (ETA) adalah:
- a. Setelah dilakukan Analisa secara lebih mendalam, bahwa keterlambatan proyek pembangunan *fiscal metering system* mengalami keterlambatan selama 6 bulan dari periode atau dari kontrak yang telah disepakati bersama, hal ini menjadikan PT XYZ mengenakan denda sebesar 1 ‰ dari nilai kontrak sebesar IDR 194.229.168.693,12, maka nilai denda yang dikenakan sebesar IDR 71.476.334.079
 - b. Reputasi Kontraktor sebagai penyedia jasa konstruksi dikenai pengurangan skor sebanyak 2 bintang, artinya untuk mengikuti proyek sejenis akan dipertimbangkan.
 - c. Kontraktor pelaksana diberikan "*Yellow traffic light*" yang berarti Kontraktor tidak diperkenankan untuk mengikuti proyek sejenis selama 3 tahun mendatang.
 - d. Resiko yang timbul pada proyek pembangunan *fiscal metering system* yaitu :
 - Kendala pada keseluruhan aktivitas proyek.
 - Peralatan yang tidak sesuai dengan standar.
 - Sumberdaya manusia yang terbatas.
 - Tenaga kerja yang berkompeten.
 - Pengadaan material yang tidak sesuai dengan spesifikasi.
 - Tidak adanya material dipasar lokal.
 - Kualitas material kurang baik.
 - Durasi pengiriman lama.
 - Material *import*.
 - Keahlian pekerja yang kurang memadai.

5.2 Saran

Untuk penyempurnaan terkait dengan penelitian berikutnya dimana dalam hal ini penelitian berikutnya untuk lebih menyempurnakan dalam hal pengerjaan dengan objek penelitian lebih dari 1 objek atau lebih dari 1 perusahaan untuk dijadikan komparasi untuk menilai keterlambatan proyek.

Dalam aspek manajerial peneliti memberikan masukan terhadap steak holder terkait dengan adanya proyek-proyek semisal dalam pengembangan lapangan migas yaitu :

- a. Pembentukan *task force* terkait dengan penanganan proyek.
- b. Tim pengawas harus dari disiplin ilmu yang dapat memberikan pengawasan ketat khususnya adanya pengawasan secara teknis serta *review engineering aspect*.
- c. Adanya *assessment* terkait dengan pengawasan proyek yang mempunyai *category high risk*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abedi, Fathi & Mohammad. (2011). Major Causes of Construction Delays under Client Category and Contractor Category. The First Iranian Students Scientific Conference in Malaysia, 9 & 10 Apr2011, UPM, Malaysia.
- Alifen, R. S, Setiawan, R. S, Susanto, A. 2000. Analisa "What If" Sebagai Metode Antisipasi Keterlambatan Durasi Proyek, Dimensi Teknik Sipil, Vol. 2 No. 1, Maret.
- Al-Hammad, A, (1990), "A Study of the Interface Problems between Owners and Contractors over the Construction of Residential Houses in Saudi Arabia". *International Journal for Housing Science and its Applications, IAHS*, Vol. 14, No.4, hal. 245-257
- Al-Hammad, A., and Assaf, S, (1992), "Design-construction interface problems in Saudi Arabia," *Build Res. and Information*, Vol.20, No.1, hal. 60–63
- Al-Hammad, A, (1993), "Factors Affecting the Relationship between Contractors and their Sub-Contractors in Saudi Arabia," *J. Perf. Constr. Fac. ASCE*, Vol. 21, No. 5, hal. 194-205
- Al-Hammad, A, (1995), "Interface Problems between Owners and Maintenance Contractors in Saudi Arabia," *J. Perf. Constr. Fac. ASCE*, Vol. 9, No. 3, hal. 194-205
- Al-Hammad, A. and Al-Hammad I. (1996), "Interface Problems between Building Owners and Designers," *Journal of Performance of Constructed Facilities, ASCE*, Vol. 10, No.3, hal. 123-126
- Al-Hammad, A. (2000), "Common Interface Problems among Various Construction Parties," *Journal of Performance of Constructed Facilities, ASCE*, Vol. 14, No.2, hal. 71-74.
- Assaf and Al-Hejji. (2006). Causes of Delay in Large Construction Projects. *International Journal of Project Management*, Vol. 24, p.349±357.
- Brown, D. B. 1976. *System Analysis & Design for Safety*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Barlow, R.E. dan Lambert, A.E. (1975), "Introduction to fault tree analysis", in Barlow, R.E., Fussell, J.B. and Singpurwalla, N.D. (Eds), *Reliability and*

- Fault Tree Analysis: Theoretical and Applied Aspects of System Reliability and Safety Assessment*, Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia, PA, hal. 7-36.
- Brown, D.B. 1976. *System Analysis & Design For Safety*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Chen, Q., Reichard, G., and Beliveau, Y., (2008), "Multiperspective approach to exploring comprehensive cause factors for interface issues." *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, Vol. 134, No. 6, hal. 432-441.
- Dimiyati, H., dan Nurjaman, K., (2014), *Manajemen Proyek*, Pustaka Setia, Bandung
- Clemens, P. L. 2002. *Fault Tree Analysis*. Jacobs Svendrup. George Washington University. Edisi 4.
- El-Razek, Bassioni, and Mobarak. (2008). *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol.134, p.831-841.
- Ericson A. Clifton. 2005. *Hazard Analysis Techniques for System Safety*. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken. New Jersey.
- Frederika, Ariany. 2010. *Analisis Percepatan Pelaksanaan Dengan Menambah Jam Kerja Optimum Pada Proyek Konstruksi* (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Super villa, Peti Tenget-Bandung). *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Universitas Udayana Denpasar*.
- Geum, Y., Seol H., Lee S., dan Park Y., (2009), "Application of Faoult Tree Analysis to the Serice Process service Tree Analysis Approch", *International Journal of Service Management*, Vol. 20 No. 4, hal. 433-454.
- Handoko T. Hani. 2000. *Manajemen Personalia dan Sumberdaya Manusia*. Edisi II. Cetakan Keempat Belas. Penerbit BPFE. Yogyakarta.
- Hartono, J., (2011), *Konsep dan Aplikasi Structural Equation Modeling Berbasis Varian dalam Penelitian Bisnis*, STIM YKPN, Yogyakarta.
- Heldman, K. (2005), *Project Manager's Spotlight on Risk Management*, Harbor Light Press, Alameda.

- Haseeb, Lu, Bibi, Dyian and Rabbani. (2011). Problems of Projects and Effects of Delays in the Construction Industry of Pakistan. *Australian Journal of Business and Management Research*, Vol.1, No.5, p.41-50.
- Hoyland, A. and Rausand, M. (1994) *System Reliability Theory*. Wiley, New York.
- Iyer, K. C., dan Jha, K. N., (2006), “Critical Factors Affecting Schedule Performance: Evidence from Indian Construction Projects”, *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 132, No. 8, hal 871–881.
- Kocecioglu, D. 1991. *Reliability Engineering Handbook*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall. Volume 2.
- Law, A. and Kelton, W. (1991), *Simulation Modeling and Analysis*, 2nd ed., McGraw-Hill, New York, NY.
- Lee, W.S., Grosh, D.L., Tilman, F.A. and Lie, C.H. (1985), “*Fault tree analysis, methods, and applications – a review*”, *IEEE Transactions on Reliability*, Vol. R-34 No. 3, hal. 194-203.
- Lewis, T.M. and Atherley, B. A. 1996. “Analysis of Construction Delays”. The Organisation and Management of Construction: Managing the Construction Project and Managing Risk, Vol 2, Eds D.A. Langford & A. Retik, London: E & FN Spon, pp 60-71.
- Levis and Atherley. (1996). *Delay construction*. Langford: Cahner Books Internasional.
- Lovelock, C.H. and Young, R.F. (1979), “*Look to consumers to increase productivity*”, *Harvard Business Review*, Vol. 57 No. 3, hal. 168-79.
- M. Angeline Swarna, R. Venkatakrishnaiah, “*Fault Tree Analysis in Construction Industry for Risk Management*”, *International Journal of Advanced Reachech*, Vol. 2 Issue: 1.
- Matzler, K. and Hinterhuber, H.H. (1998), “*How to make product development projects more successful by integrating Kano’s model of customer*

- satisfaction into quality function deployment*”, Technovation, Vol. 18 No. 1, hal. 25-38.
- Mezher, T. Tawl, W. (1998), “*Causes of delays In the Construction Industry In Lebanon*”, *International Journal of Property Construction*, Vol. 5 Issue: 3, hal. 252 - 260.
- Mulcahy, R. (2010). *Risk Management, Trick of the Trade for Project Managers*.
- Proboyo B. 1999. Keterlambatan Waktu Pelaksanaan Proyek: Klasifikasi dan Peringkat dari Penyebab -Penyebabnya. Dimensi Teknik Sipil. 1(1) : 49 - 58.
- Priyanta, Dwi. 2000. Keandalan dan Perawatan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Rahmatullah. T. (2012). *Perbedaan Mendasar "Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif*
- Nurhayati. 2010. *Manajemen Proyek. Graha Ilmu. Yogyakarta*.
- Pyzdek, Thomas (2002), “*The Six Sigma Handbook*”, Jakarta, Salemba Empat
- Schuler, Randall S. dan Susan E. Jackson. 1999. Manajemen Sumber Daya Manusia Menghadapi Abad ke 21. Jakarta:Erlangga.
- PMI (2013), A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) - Fifth Edition, Project Management Institute, Inc., Pennsylvania.
- Proboyo, Budi. 1999. *Keterlambatan Waktu Pelaksanaan Proyek: Klasifikasi dan Peringkat dari Penyebab-Penyebabnya*. Dimensi Teknik Sipil Vol. 1 No. 2. Surabaya.
- Project Management Institute. 2004. *A Guide to The Project Management Body of Knowledge*. Pennsylvania. Edisi 3.
- Project Management Institute. (2017) *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)-Sixth Edition*. Pennsylvania, PA:Project Management Institute Inc
- Reksohadiprodjo, Sukanto. 1987. *Manajemen Proyek*. Penerbit BPFE. Yogyakarta.
- Raftery, J., (1986). “*Risk Analysis In Project Management*”, London: E & F Spon.

- Santosa, B. 2009. *Manajemen Proyek: Konsep & Implementasi*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Silvianita., Mahendeka D S., dan Rosyid D M., (2015), “*Fault Tree Analysis for Investigation on The Causes of Project Problems*”, *International Journal of Construction*, Vol. 23 No. 3, hal. 89-113.
- Silvianita, Khamidi M F, Kurian F J. Decision, “*Making for Safety Assessment of Mobile Mooring System*”. *Jurnal Teknologi*, 61, 2013. hal 41 – 52.
- Soeharto, Iman. 1997. *Manajemen Proyek dari Konseptual sampai Operasional*. Erlangga. Jakarta.
- Toor, Shamas-Ur-Rehman., & Ogunlana, O. Stephen. (2008). Problem Causing Delays in Major Construction Projects in Thailand. *Construction Management and Economics*, Vol. 26., p. 395-408.
- Umeesh K Suppramaniam, Syuhaida Ismail, (2018) ”*Journal of advances Research in Business and Management Studies*”, “*Effects of Delay in Construction Phase of Oil and Gas Projects in Malaysia*”,
- Vesely, William. 1981. *Fault Tree Handbook*. U.S. Nuclear Regulatory Commision. Washington DC.
- Yin, Robert K., (1994), *Case Study Research Design and Methods*, Second Edition, hal 5.

Halaman sengaja dikosongkan

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Survey Pandahuluan

Lampiran 2

- a. Kuisioner dan Wawancara Pencarian Faktor dan Pengukuran Probabilitas
- b. Kuisioner Pencarian Basic Event dan Probabilitas Basic Event, mengenai proyek pembangunan Fiscal Metering system pada PT XYZ.
- c. Kuisioner Pengukuran Probabilitas Basic Event Fault Tree Analysis (FTA)
- d. Perhitungan Kuisioner Probabilitas Fault Tree ANalysis
- e. Informasi Langkah Langkah Wawancara Event Tree ANalysis (ETA)
- f. Langkah Langkah Wawancara Fault tree ANalysis (FTA)

Lampiran 3

- a. Data Responden dan Data Hasil Basic Event dari Fault Tree ANalysis
- b. Tabel Probabilitas ETA

Lampiran 4

- a. Hasil Analisa Event tree analysis
- b. Frequency Index Untuk Risk Matrix
- c. Severity Index Untuk Risk Matrix
- d. Hasil Output Risk Matrix

Lampiran 5


- a. Hasil Analisa fault tree analysis dan minimal cut set dengan bantuan software Isograph Reliability Workbench 13.0
- b. Faktor-Faktor DUrasi pengadaan material yang lama
- c. Faktor-Faktor Peralatan yang kurang memadai
- d. Faktor-Faktor Kondisi Lingkungan yang kurang Baik
- e. Faktor-Faktor Keterbatasan Pekerja
- f. Faktor-Faktor Disain Mengalami Perubahan
- g. Faktor-Faktor Produktivitas Pekerja yang Kurang Baik
- h. Faktor-Faktor Serah Terima Proyek

- i. Faktor-Faktor Kontrol Manajemen Kurang Efektif
- j. Faktor-Faktor Kurang Koordinasi Lapangan
- k. Faktor-Faktor Schedule Rencana wal proyek tidak terlaksana dengan baik

Lampiran 6

Parameter List proses penilaian Resiko

LAMPIRAN 1

	<p>Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya Program Studi Pascasarjana Fakultas Desain Kreatif Dan Bisnis Digital Bidang keahlian Manajemen Proyek 2020</p>
---	---

KUISIONER SURVEY PENDAHULUAN

Judul Proposal

ANALISIS KETERLAMBATAN PROYEK FISCAL METERING DENGAN
MENGUNAKAN METODE FAULT TREE ANALYSIS PADA PT. XYZ

Dengan hormat,

Bersama ini saya menyampaikan bahwa kuisisioner survey pendahuluan saya buat untuk menjaring indikator-indikator penelitian yang ada. Kuisisioner ini terdiri dari 46 variabel yang mempengaruhi keterlambatan proyek Fiscal metering system pada PT XYZ.

Tujuan survey :

Survey ini dilakukan untuk mengidentifikasi variabel-variabel yang didapatkan dari studi literatur, untuk kemudian ditanyakan kepada para tenaga ahli dan praktisi, apakah variabel-variabel tersebut cocok diterapkan pada proyek pembangunan fiscal metering system, serta diharapkan ada variabel baru yang dapat ditambahkan dalam penelitian ini. Dengan berpartisipasi dalam kuisisioner ini berarti Bapak/Ibu telah banyak membantu peneliti. Untuk kepentingan penelitian ini, segala informasi yang diberikan akan dijaga kerahasiaannya sehingga Bapak/Ibu dapat mengisi kuisisioner ini dengan obyektif dan sebenarnya sesuai dengan kondisi Bapak/Ibu saat ini.

Sebelumnya peneliti mengucapkan terima kasih atas kesediaannya mengisi kuisisioner. Untuk kepentingan validasi, peneliti berharap Bapak/Ibu tidak berkeberatan untuk dihubungi kembali.

Kunto Wibisono.

(Hp. 08128804863, email : kunz.wibisono8@gmail.com)

Petunjuk Pengisian :

Dibawah ini ada beberapa jenis indicator yang akan menjelaskan variable-variabel penelitian berdasarkan teori yang ada, dengan cara mengisi kolom yang tersedia pada table berikut terhadap masing-masing indikator yang dapat menjelaskan variable yang akan diteliti dengan memberikan gambaran pada tanda checklist (v) pada kotak yang telah disediakan, hal ini apakah sesuai dengan karakteristik proyek pada pembangunan proyek *fiscal metering system* yang berpotensi dapat menyebabkan terjadinya keterlambatan. Jika diperlukan tambahan variable yang dianggap juga dapat menyebabkan keterlambatan diharapkan dapat ditambahkan pada kolom kosong yang sudah disediakan dibagian paling bawah.

Data responden :

Nama :

Jabatan :

[illegible]

LAMPIRAN 2

Kuisisioner dan Wawancara Pencarian Faktor dan Pengukuran Probabilitas

Kuisisioner Pencarian *Basic Event* dan Probabilitas *Basic Event*, mengenai proyek pembangunan *Fiscal Metering system* pada PT XYZ.

Jenis Kelamin :

Status karyawan :

Jabatan :

Lama Bekerja :

CARA MENGISI KUISISIONER

Beri tanda (V) pada kotak yang dianggap benar, jika anda menempatkan tanda (V) salah penempatan maka hitamkanlah kotak tersebut hingga penuh kemudian tempatkan tanda (V) yang baru pada kotak yang dianggap benar.

A. Proses Produksi Terganggu

Indikator 1 : Ketersediaan Bahan Material

1. Dalam proses pembangunan proyek *fiscal metering system* apakah durasi pengadaan material dapat mengganggu kinerja persiapan dari proyek pembangunan *fiscal metering system* yang telah disiapkan oleh pihak PT XYZ.

- ☐ Tidak Pernah
☐ Kadang – kadang
☐ Normal
☐ Sering
☐ Sering sekali

2. Dalam proses pembangunan proyek apakah sering mengalami gangguan kehabisan material

- ☐ Tidak Pernah
☐ Kadang – kadang
☐ Normal
☐ Sering
☐ Sering sekali

3. Procurement terkadang memakan waktu yang lama, penyebab apa yang sering timbul

- ☐ Barang Import
- ☐ Barang belum tersedia dipasaran
- ☐ Kualitas material kurang baik sehingga dilakukan pemesanan ulang
- ☐ semua pilihan
- ☐ Jawaban lain

Indikator 2 : Fasilitas Peralatan Kurang memadai

4. Dalam pengerjaan proyek pembangunan *fiscal metering system* baru apakah ada kendala yang berarti dalam pemakaian alat yang digunakan selama proses produksi melebihi batas sehingga mengalami kerusakan

- ☐ Tidak Pernah
- ☐ Kadang Kadang
- ☐ Normal
- ☐ Sering
- ☐ Sering sekali

5. Dalam permasalahan peralatan yang rusak apakah dengan rusaknya peralatan kerja dapat mempengaruhi kinerja pekerjaan dalam proyek pembangunan *fiscal metering system*

- ☐ Tidak Pernah
- ☐ Kadang Kadang
- ☐ Normal
- ☐ Sering
- ☐ Sering sekali

6. Beberapa peralatan yang belum memenuhi standard pekerjaan selama pembangunan proyek *fiscal metering system* ini, apakah hal ini menjadi permasalahan utama dalam

- ☐ Tidak Pernah

☐ Kadang Kadang

☐ Normal

☐ Sering

☐ Sering sekali

7. Apakah peralatan yang tersedia di lakukan perawatan secara rutin

☐ Tidak Pernah

☐ Kadang Kadang

☐ Normal

☐ Sering

☐ Sering sekali

Indikator 3 : Kondisi Lingkungan

8. Selama pekerjaan pembangunan proyek *fiscal metering system* apakah selama pengerjaan mengalami bencana alam yang membuat proses produksi terhenti

☐ Tidak Pernah

☐ Kadang Kadang

☐ Normal

☐ Sering

☐ Sering sekali

9. Jika cuaca sedang tak terkendali seperti hujan yang tidak berhenti apakah hal ini dapat menunda proses pengerjaan pembangunan proyek *fiscal metering system*

☐ Tidak Pernah

☐ Kadang Kadang

☐ Normal

☐ Sering

☐ Sering sekali

10. Selama periode pengerjaan pembangunan proyek *fiscal metering system* apakah hal tersebut dibawah ini pernah anda alami

☐ Hujan lebat hingga anda malas pergi ke lokasi

- ☐ Terdapat perselisihan dengan karyawan lain hingga mengganggu kinerja anda
- ☐ Tempat bekerja tidak memberikan fasilitas keamanan/kesehatan yang memadai
- ☐ Semua pilihan pernah mengalami
- ☐ Lain nya

Indikator 4 : Keterbatasan pekerja

11. Apakah faktor-faktor yang berkaitan dengan pekerja yaitu terbatasnya karyawan mempengaruhi proyek pengerjaan pembangunan proyek *fiscal metering system*
 - ☐ Rekrutmen karyawan dibatasi sehingga kekurangan karyawan selama proses pembangunan proyek
 - ☐ Karyawan banyak yang pension, sehingga di gantikan oleh karyawan yang kurang berpengalaman
 - ☐ Proses regenerasi karyawan yang belum ada, sehingga produktivitas karyawan menurun
 - ☐ Semua pilihan berpengaruh
 - ☐ Penempatan karyawan tidak sesuai dengan skill kemampuan

12. Jika no 11 diatas dimasukan kedalam penilaian seberapa besar pengaruh tersebut terhadap keberlangsungan proyek pembangunan proyek *fiscal metering system*
 - ☐ Kecil pengaruhnya
 - ☐ Normal
 - ☐ Besar
 - ☐ Besar sekali

13. Apakah faktor-faktor yang berkaitan dengan sub-kontraktor dapat berpengaruh terhadap proses pengerjaan pembangunan proyek *fiscal metering system*

- ☐ Sub kontraktor kurang berkompeten selama proses produksi
 - ☐ Sub kontraktor melanggar kontrak kerja
 - ☐ JUmlah tenaga kerja sub kontraktor tidak sesuai dengan proposal (kurang)
 - ☐ Peralatan sub kontraktor kurang memadai
 - ☐ Semua pilihan diatas berpengaruh
14. Jika dimasukan kedalam *probability* dalam suatu proyek pembangunan proyek *fiscal metering system* seberapa seringkah kejadian tersebut terjadi
- ☐ Tidak pernah
 - ☐ Kadang kadang
 - ☐ Normal
 - ☐ PSering
 - ☐ Sering Sekali
15. Jika dimasukan kedalam penilaian seberapa besar pengaruhnya point 14 diatas
- ☐ Kecil pengaruhnya
 - ☐ Sedang pengaruhnya
 - ☐ Besar pengaruhnya
 - ☐ Besar sekali pengaruhnya
 - ☐ Tidak ada pengaruhnya

Indikator 5 : Disain mengalami perubahan

16. Apakah faktor-faktor yang berkaitan dengan revisi gambar terkait dengan desain berpengaruh ke proses produksi proyek pembangunan proyek *fiscal metering system*
- ☐ Adanya permintaan penambahan field instrument dari operation
 - ☐ Sering berubah-ubahnya informasi interkoneksi pada eksisting facility

- ☐ adanya safety issue dalam penerapan safety of design dalam engineering aspek
- ☐ penentuan drop zone pada metering skid terlalu lama
17. Jika dimasukkan kedalam *probability* proyek pembangunan proyek *fiscal metering system*, seberapa seringkah kejadian no 16 diatas terjadi
- ☐ Tidak pernah
- ☐ Kadang-kadang
- ☐ Normal
- ☐ Sering
- ☐ Sering sekali
18. Jika dimasukkan kedalam penilaian proyek pembangunan proyek *fiscal metering system*, seberapa besarkah pengaruh hal diatas no 16 diatas terjadi
- ☐ Kecil pengaruhnya
- ☐ Sedang pengaruhnya
- ☐ Besar pengaruhnya
- ☐ Besar sekali pengaruhnya
- ☐ Tidak ada pengaruhnya

Indikator 6 : Produktivitas pekerja kurang baik

19. Apakah faktor internal PT XYZ yang berkaitan dengan turunnya produktivitas pekerja berpengaruh pada proses pembangunan proyek *fiscal metering system*
- ☐ Skill pekerja yang kurang memadai
- ☐ Persaingan tidak sehat didalam PT XYZ itu sendiri
- ☐ Adanya system replacement yang terjadi sehingga tidak tuntasnya proyek
- ☐ penentuan drop zone pada metering skid terlalu lama
20. Jika dimasukkan kedalam *probability* proyek pembangunan proyek *fiscal metering system*, seberapa seringkah kejadian no 19 diatas terjadi
- ☐ Tidak pernah

- ☐ Kadang-kadang
- ☐ Normal
- ☐ Sering
- ☐ Sering sekali
21. Jika dimasukkan kedalam penilaian proyek pembangunan proyek *fiscal metering system*, seberapa besarkah pengaruh hal diatas no 19 diatas terjadi
- ☐ Kecil pengaruhnya
- ☐ Sedang pengaruhnya
- ☐ Besar pengaruhnya
- ☐ Besar sekali pengaruhnya
- ☐ Tidak ada pengaruhnya
22. Apakah faktor eksternal PT XYZ yang berkaitan dengan turunnya produktivitas pekerja berpengaruh pada proses pembangunan proyek *fiscal metering system*
- ☐ Adanya permasalahan personal yang sering dibawa ke kantor hingga dapat mempengaruhi performance
- ☐ Pekerja terlalu sering absen
- ☐ Jenuh terhadap satu proyek yang berlangsung lama

Indikator 7 : Serah Terima proyek

23. Setelah proses proses pembangunan proyek *fiscal metering system* hingga selesai pernahkan ada kejadian dibawah ini dialami ditempat anda bekerja
- ☐ Proyek diterima dengan beberapa catatan (*punch list*)
- ☐ Permintaan dari operation team tidak di accommodate
- ☐ Pekerjaan tambah yang tidak sesuai dengan standard sehingga proyek ditolak untuk diperbaiki
24. Jika dimasukkan kedalam *probability* proyek pembangunan proyek *fiscal metering system*, seberapa seringkah kejadian no 23 diatas terjadi
- ☐ Tidak pernah

- ☐ Kadang-kadang
- ☐ Normal
- ☐ Sering
- ☐ Sering sekali

Indikator 8 : Sistem Manajemen yang kurang baik

25. Berkaitan dengan system manajemen proyek pembangunan proyek *fiscal metering system* hingga selesai pernahkan ada kejadian dibawah ini dialami ditempat anda bekerja
- ☐ Schedule awal rencana pelaksanaan proyek tidak terlaksana dengan baik
 - ☐ Action plan setelah pengawasan tidak terlaksana dengan baik
 - ☐ Hasil evaluasi pekerjaan be;um bisa diaplikasikan kepada rencana lanjutan
 - ☐ Koordinasi antar lini kurang baik
 - ☐ Koordinasi antar lini dan PT XYZ kurang baik
 - ☐ Semua hal diatas pernah terjadi
 - ☐ Lainnya
26. Jika dimasukan kedalam *probability* proyek pembangunan proyek *fiscal metering system*, seberapa seringkah kejadian no 26 diatas terjadi
- ☐ Tidak pernah
 - ☐ Kadang-kadang
 - ☐ Normal
 - ☐ Sering
 - ☐ Sering sekali
27. Jika dimasukan kedalam penilaian proyek pembangunan proyek *fiscal metering system*, seberapa besarkah pengaruh hal diatas no 26 diatas terjadi
- ☐ Kecil pengaruhnya
 - ☐ Sedang pengaruhnya
 - ☐ Besar pengaruhnya

☐ Besar sekali pengaruhnya

☐ Tidak ada pengaruhnya

KUISIONER PENGUKURAN PROBABILITAS BASIC EVENT FAULT TREE ANALYSIS (FTA)

Nama :

Jabatan Pada Proyek :

Berikut data yang disajikan daftar *Basic Event* yang ada pada *fault tree*. Menurut anda bagaimana probabilitas dari masing-masing *basic event* pada pembangunan proyek *fiscal metering system* (untuk keterangan *basic event* dapat dilihat pada *fault tree*) untuk frekuensi kejadian merujuk pada frekuensi index seperti table dibawah ini :

FI	Frequency	Definition	F (Per Event Year)
5	Frequent	Likely to occur once per year in fleet of 10 events	0,1
4	Reasonably Probable	Likely to occur once per year in fleet of 100 events	10^{-2}
3	Remote	Likely to occur once per year in fleet of 1000 events	10^{-3}
2	Extremely Remote	Likely to occur once in 10 year in fleet of 1000 events	10^{-4}
1	Extremely Improbable	Likely to occur once in 100 year in fleet of 1000 events	10^{-5}

PERHITUNGAN KUISIONER PROBABILITAS FAULT TREE
ANALYSIS (FTA)

Kode Kejadian	Nama Kejadian	Frequency Index				
		1	2	3	4	5
A.1.1	Barang import					
A.1.2	Material belum tersedia di pasar domestic					
A.1.3	Approval sheet penggunaan material lama disetujui oleh pihak QC					
A.1.4	Terhambatnya masalah pembayaran (routing approval terlalu lama)					
A.2.2	Fasilitas peralatan terbatas					
A.2.1.1	Kurangnya perawatan perawatan peralatan					
A.2.1.2	Pemakaian melebihi batas					
A.3.1	Sources electrical power yang mati					
A.3.2	Curah hujan yang relative tinggi sehingga dapat menstop pekerjaan					
A.3.3	Kontur tanah yang bebatuan keras sehingga membutuhkan					

	tambahan peralatan khusus					
A.4.1.1	Opening job kurang transparant					
A.4.1.2	Kualifikasi untuk karyawan permanen dalam pengawas proyek terlalu tinggi					
A.4.1.3	Regenerasi dalam pengawas proyek tidak berjalan dengan baik					
A.4.2.1	Komitment kontraktor dalam menyediakan man power					
A.4.2.2	Pembayaran termin ke kontraktor berlangsung lama					
A.4.2.3	Jumlah tenaga kerja tidak sesuai dengan proposal awal					
A.4.2.4	Peralatan yang digunakan oleh kontraktor tidak sesuai standard yang telah ditentukan					
A.5.1	Penambahan field instrument dari operation team					
A.5.2	Interkoneksi pada eksisting facility					
A.5.3	Safety issue					

A.5.4	Penentuan drop zone fiscal metering system					
A.6.1.1	Skill pekerja yang kurang memadai					
A.6.1.2	Adanya persaingan tidak sehat					
A.6.1.3	Adanya system replacement yang terjadi, sehingga tidak tuntasnya proyek					
A.6.2.1	Permasalahan personal yang terkadang dibawa ke kantor sehingga mempengaruhi performance					
A.6.2.2	Terlalu sering absen					
A.6.2.3	Terkadang karyawan bosan untuk menangani proyek fiscal metering system					
A.7.1	Proyek diterima dengan beberapa catatan (punch list)					
A.7.2.1	Permintaan dari operation team tidak di accommodate					
A.7.2.2	Pekerjaan tambah yang tidak sesuai dengan standard					

B.1.1	Action plan setelah pengawasan tidak berjalan dengan baik					
B.2.1	Buruknya komunikasi pengawas lapangan dengan engineering team					
B.2.2	Buruknya pengawas lapangan dengan Construction team					
B.3.1	Kurangnya komitmen terhadap proyek					
B.3.2	Pemecahan masalah berlarut-larut					

LANGKAH-LANGKAH WAWANCARA EVENT TREE ANALYSIS (ETA)

1. Menjelaskan tentang pengertian mengenai dari *Event Tree Analysis* (ETA) beserta dengan contohnya
2. Membuat diagram ETA dan meminta pendapat mengenai *pivotal event* dan *outputnya*.
3. Melakukan konsultasi *severity index* dan *frequency index* dari diagram risk matrix yang ada
4. Menggolongkan *output ETA* kedalam masing-masing index
5. Membuat *risk matrix* diagram

LANGKAH-LANGKAH WAWANCARA FAULT TREE ANALYSIS (FTA)

1. Menjelaskan tentang pengertian mengenai dari *fault Tree Analysis* (FTA) beserta dengan contohnya
2. Menyusun diagram FTA dan meminta pendapat mengenai *macam macam basic event*.

3. Melakukan konsultasi mengenai hasil dari kuisioner dan probabilitasnya
4. Diagram FTA selesai dengan mengetahui apa saja permasalahan utama yang menyebabkan proyek tersebut terlambat

LAMPIRAN 3

Data Responden dan Data Hasil

Dari 50 kuisioner yang telah di sebarluaskan oleh peneliti, dari kuisioner yang telah dilakukan hal ini untuk penyusunan diagram FTA dan ETA yang dapat dilihat selengkapnya dilampiran. Data koresponden yang dipilih berdasarkan dengan permasalahan terkait dengan keterlambatan yang sedang diteliti.

Tabel Data Koresponden FTA dan ETA

No	Jabatan	Jumlah	Pengalaman Kerja
1	Project Manager	4	18 tahun
2	Design engineer	15	12 tahun
3	Manager Engineering	1	12 tahun
4	Sr engineer	15	10 tahun
5	Procurement	2	10 tahun
6	Construction engineer	7	12 tahun
7	Operation and maintenance	5	13 tahun
8	Vendor/Kontraktor/Packager	5	18 tahun

Tabel Basic Event dari Fault tree Analysis (FTA)

Kode Kejadian	Nama Kejadian
A.1.1	Barang import
A.1.2	Material belum tersedia di pasar domestic
A.1.3	Approval sheet penggunaan material lama disetujui oleh pihak QC
A.1.4	Terhambatnya masalah pembayaran (routing approval terlalu lama)

Kode Kejadian	Nama Kejadian
A.2.2	Fasilitas peralatan terbatas
A.2.1.1	Kurangnya perawatan perawatan peralatan
A.2.1.2	Pemakaian melebihi batas
A.3.1	Sources electrical power yang mati
A.3.2	Curah hujan yang relative tinggi sehingga dapat menstop pekerjaan
A.3.3	Kontur tanah yang bebatuan keras sehingga membutuhkan tambahan peralatan khusus
A.4.1.1	Opening job kurang transparant
A.4.1.2	Kualifikasi untuk karyawan permanen dalam pengawas proyek terlalu tinggi
A.4.1.3	Regenerasi dalam pengawas proyek tidak berjalan dengan baik
A.4.2.1	Komitment kontraktor dalam menyediakan man power
A.4.2.2	Pembayaran termin ke kontraktor berlangsung lama
A.4.2.3	Jumlah tenaga kerja tidak sesuai dengan proposal awal
A.4.2.4	Peralatan yang digunakan oleh kontraktor tidak sesuai standard yang telah ditentukan
A.5.1	Penambahan field instrument dari operation team
A.5.2	Interkoneksi pada eksisting facility
A.5.3	Safety issue
A.5.4	Penentuan drop zone fiscal metering system
A.6.1.1	Skill pekerja yang kurang memadai

Kode Kejadian	Nama Kejadian
A.6.1.2	Adanya persaingan tidak sehat
A.6.1.3	Adanya system replacement yang terjadi, sehingga tidak tuntasnya proyek
A.6.2.1	Permasalahan personal yang terkadang dibawa ke kantor sehingga mempengaruhi performance
A.6.2.2	Terlalu sering absen
A.6.2.3	Terkadang karyawan bosan untuk menangani proyek fiscal metering system
A.7.1	Proyek diterima dengan beberapa catatan (punch list)
A.7.2.1	Permintaan dari operation team tidak di accomodate
A.7.2.2	Pekerjaan tambah yang tidak sesuai dengan standard
B.1.1	Action plan setelah pengawasan tidak berjalan dengan baik
B.2.1	Buruknya komunikasi pengawas lapangan dengan engineering team
B.2.2	Buruknya pengawas lapangan dengan Construction team
B.3.1	Kurangnya komitmen terhadap proyek
B.3.2	Pemecahan masalah berlarut-larut

Probabilitas Basic Event

No	Kode Kejadian	Nama Kejadian	Probabilitas
1	A.1.1	Barang import	0,2
2	A.1.2	Tidak tersedianya material dipasar domestik	0,4
3	A.1.3	Approval sheet penggunaan material lama disetujui oleh pihak QC	0,2
4	A.1.4	Terhambatnya masalah pembayaran (routing approval terlalu lama)	0,4
5	A.2.2	Fasilitas peralatan terbatas	0,4
6	A.2.1.1	Kurangnya perawatan perawatan peralatan	0,4
7	A.2.1.2	Pemakaian melebihi batas	0,2
8	A.3.1	Sources electrical power yang mati	0,2
9	A.3.2	Curah hujan yang relative tinggi sehingga dapat menstop pekerjaan	0,2
10	A.3.3	Kontur tanah yang bebatuan keras sehingga membutuhkan tambahan peralatan khusus	0,2

No	Kode Kejadian	Nama Kejadian	Probabilitas
11	A.4.1.1	Opening job kurang transparant	0,2
12	A.4.1.2	Kualifikasi untuk karyawan permanen dalam pengawas proyek terlalu tinggi	0,2
13	A.4.1.3	Regenerasi dalam pengawas proyek tidak berjalan dengan baik	0,2
14	A.4.2.1	Komitment kontraktor dalam menyediakan man power	0,4
15	A.4.2.2	Pembayaran termin ke kontraktor berlangsung lama	0,4
16	A.4.2.3	Jumlah tenaga kerja tidak sesuai dengan proposal awal	0,4
17	A.4.2.4	Peralatan yang digunakan oleh kontraktor tidak sesuai standard yang telah ditentukan	0,2
18	A.5.1	Penambahan field instrument dari operation team	0,2
19	A.5.2	Interkoneksi pada eksisting facility	0,2

No	Kode Kejadian	Nama Kejadian	Probabilitas
20	A.5.3	Safety issue	0,2
21	A.5.4	Penentuan drop zone fiscal metering system	0,2
22	A.6.1.1	Skill pekerja yang kurang memadai	0,2
23	A.6.1.2	Adanya persaingan tidak sehat	0,4
24	A.6.1.3	Adanya system replacement yang terjadi, sehingga tidak tuntasnya proyek	0,2
25	A.6.2.1	Permasalahan personal yang terkadang dibawa ke kantor sehingga mempengaruhi performance	0,4
26	A.6.2.2	Terlalu seringnya absen	0,4
27	A.6.2.3	Terkadang karyawan bosan untuk menangani proyek fiscal metering system	0,4
28	A.7.1	Proyek diterima dengan beberapa catatan (punch list)	0,4
29	A.7.2.1	Permintaan dari operation team tidak di accommodate	0,2

No	Kode Kejadian	Nama Kejadian	Probabilitas
30	A.7.2.2	Pekerjaan tambah yang tidak sesuai dengan standard	0,2
31	B.1.1	Action plan setelah pengawasan tidak berjalan dengan baik	0,2
32	B.1.2	Hasil Evaluasi pekerjaan belum bisa diaplikasikan	0,4
33	B.2.1	Buruknya komunikasi pengawas lapangan dengan engineering team	0,4
34	B.2.2	Buruknya pengawas lapangan dengan Construction team	0,4
35	B.3.1	Kurangnya komitmen terhadap proyek	0,2
36	B.3.2	Pemecahan masalah berlarut-larut	0,2

TABEL PROBABILITAS ETA

Pivotal Event	Probabilitas pelaksanaan	Rata rata
Dana Pembangu		
Adanya keselarasan proyek antara pengusul dengan prioritas proyek sesuai dengan kebutuhan lapangan	0,7	
Nilai investasi dalam proyek memberikan keuntungan signifikan terhadap neraca keuangan perusahaan	0,7	0,7

Pivotal Event	Probabilitas pelaksanaan	Rata rata
Proses Pengadaan Material Tepat Waktu		
Mempersiapkan material untuk melaksanakan proses fabrikasi untuk kebutuhan proyek sesuai dengan MTO	0,5	
Ketersediaan material dipasaran lokal	0,4	
DUraji pengiriman material tepat waktu	0,6	0,5
Ukuran dan spesifikasi material kurang sesuai dengan yang direncanakan	0,5	

Pivotal Event	Probabilitas pelaksanaan	Rata rata
Jumlah Pekerja tercukupi, berpengalaman dan mempunyai sertifikasi		
Keahlian pekerja memadai	0,8	
Jumlah tenaga kerja untuk melakukan proses produksi	0,7	
Proses recruitment karyawan sesuai dengan standard perusahaan	0,7	
Tunjangan karyawan diberikan sesuai dengan kebijakan perusahaan	0,5	
Penerapan disiplin kerja	0,7	0,68

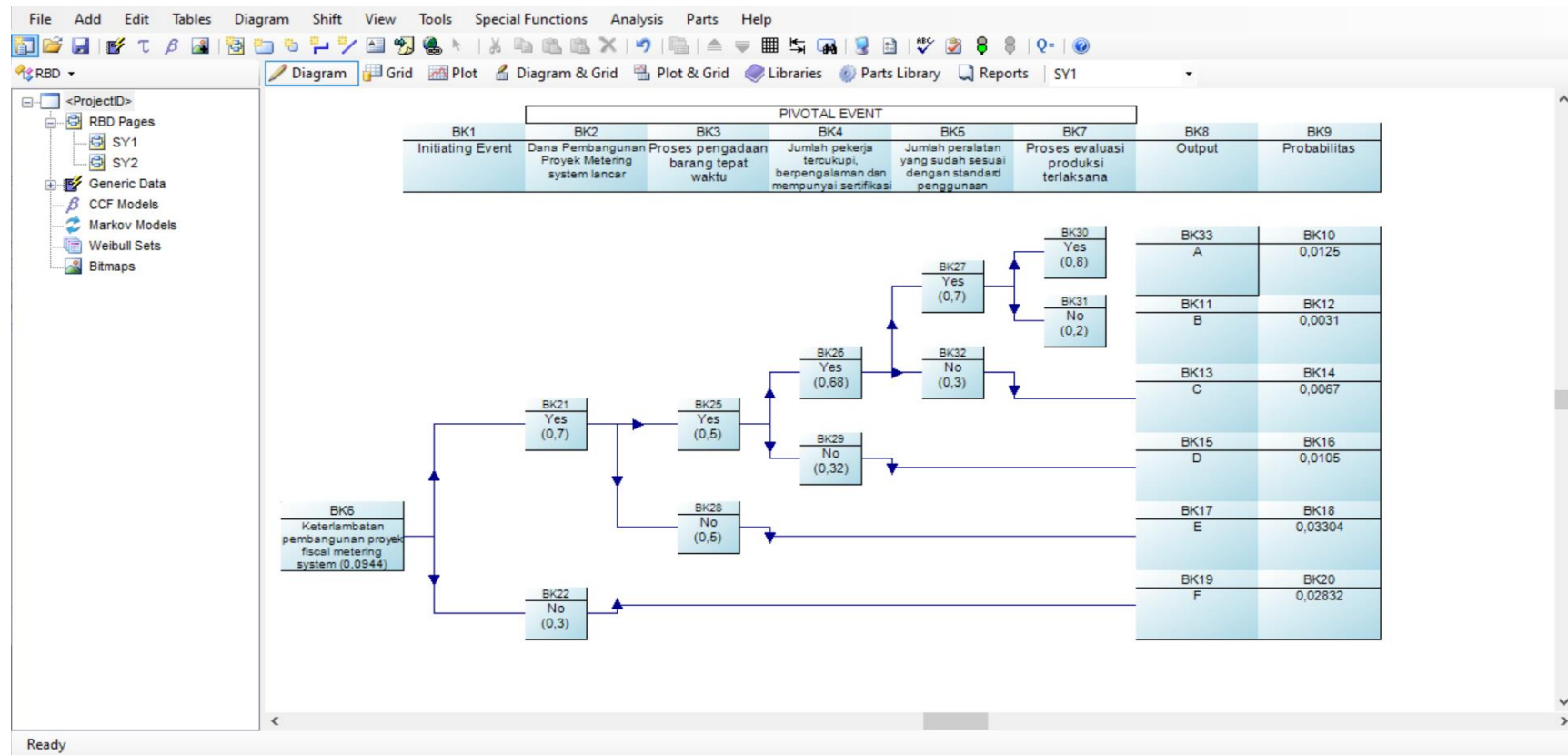
Pivotal Event	Probabilitas pelaksanaan	Rata rata
Jumlah peralatan yang sudah sesuai dengan standard penggunaan		
Peralatan yang dibutuhkan lengkap	0,9	
peralatan yang digunakan sudah memenuhi standard	0,9	
Perawatan peralatan yang dilakukan secara rutin sudah termasuk dengan re sertifikasi peralatan	0,9	

pemakaian peralatan sesuai dengan prosedur penggunaan dan tidak berlebihan	0,9	
Prosedur pemakaian peralatan sesuai dengan SOP yang berlaku	0,8	0,7

Pivotal Event	Probabilitas pelaksanaan	Rata rata
Proses evaluasi produksi terlasana		
Schedule proyek yang berjalan sesuai dengan rencana	0,8	
Koordinasi antar lini berjalan dengan baik	0,7	
pengawasan pekerjaan terlaksana dengan baik	0,7	
Evaluasi pekerjaan terlaksana dengan baik	0,9	
Monitoring outstanding pekerjaan berjalan dengan baik	0,9	0,8

Lampiran 4

Hasil Event Tree Analysis (ETA)



Frequency Index untuk Risk Matrix

FI	Rating	Kualitatif	Kuantitatif
5	Frequent	Kejadian yang terjadi pada saat pembangunan proyek fiscal metering system	1
4	Reasonably Probable	Kejadian yang terjadi dalam rentang 5 kali dalam pembangunan proyek fiscal metering system	0,1-1
3	Remote	Kejadian yang terjadi dalam rentang 25 kali dalam pembangunan proyek fiscal metering system	0,01-0,1
2	Extremely Remote	Kejadian yang terjadi dalam rentang 75 kali dalam pembangunan proyek fiscal metering system	0,001-0,01
1	Extremely Improbable	Kejadian yang terjadi dalam rentang 100 kali dalam pembangunan proyek fiscal metering system	0,0001-0,001

Severity Index (SI) untuk Risk Matrix

SI	Rating	Kualitatif
1	Minor	Proyek pembangunan <i>fiscal metering system</i> dikenai denda 500 juta – 5 M dan proyek mengalami keterlambatan antara 1 minggu – 1 bulan
2	Moderate	Proyek pembangunan proyek <i>fiscal metering system</i> dikenai denda 5 M – 500 M dan proyek mengalami keterlambatan antara 1 minggu – 1 bulan
3	Serious	Proyek pembangunan proyek <i>fiscal metering system</i> dikenai denda 50 M – 500 M dan proyek mengalami keterlambatan > 1 tahun
4	Catastrophic	Kegagalan dalam pembangunan proyek

Hasil Output Risk Matrix

[illegible]

Keterangan :

Dari table 4.12 diatas

- 1 – 3 Low Risk, Resiko dengan tingkat kecil yang dapat diterima dan hanya dibutuhkan pengawasan lebih lanjut.

- 4 – 5 Moderate, Resiko dengan tingkat sedang yang bisa diterima dengan adanya mitigasi dan pengawasan lebih lanjut.
- 6 – 7 High Risk, resiko tingkat tinggi yang masih bisa diterima asalkan dengan adanya Tindakan mitiasi yang lebih khusus dan kajian ulangan terhadap system dan prosedur yang ada.
- 8 – 9 extreme risk, resiko dengan tingkat ekstrem yang tidak dapat diterima karena sangat berbahaya dan merugikan.

Daftar Resiko Dan Mitigasi

No	Resiko	Kategori Resiko/Rating	Mitigasi Resiko			
			Menghindari Resiko	Mentransfer Resiko	Mengurangi Probabilitas Resiko	Menerima Resiko
A	Kendala pada keseluruhan aktivitas proyek	Remote	Melakukan pengawasan ketat dalam proyek		Melakukan koordinasi secara berkala Bersama tim proyek	
B	Peralatan yang tidak sesuai dengan standard	Reasonably Probable		Melakukan persiapan perlatan pra dan pasca aktivitas proyek		
C	Sumberdaya manusia	Remote	Melakukan rekrutmen			

No	Resiko	Kategori Resiko/Rating	Mitigasi Resiko			
			Menghindari Resiko	Mentransfer Resiko	Mengurangi Probabilitas Resiko	Menerima Resiko
	yang terbatas					
D	Tenaga kerja yang kurang berkompeten	Remote	Diberlakukannya SOP pada setiap aktivitas teknis/yang melibatkan <i>skill</i> tinggi	Adanya tenaga ahli dalam pemantauan aktivitas proyek	Melakukan pengawasan berkala untuk aktivitas teknis	
E	Pengadaan material yang tidak sesuai dengan <i>specification</i>	Reasonably Probable	Adanya <i>engineering team</i> dalam rangka review desain <i>engineering</i>			

No	Resiko	Kategori Resiko/Rating	Mitigasi Resiko			
			Menghindari Resiko	Mentransfer Resiko	Mengurangi Probabilitas Resiko	Menerima Resiko
F	Tidak adanya material dipasar lokal	Reasonably Probable	Alternatif mencari material dipasar luar negri dengan cara membuat tambahan PO baru. Mencari supplier baru dalam pengadaan material.			<i>Late respond</i> informasi dari supplier
G	Kualitas material kurang baik	Reasonably Probable	Material take off, spesifikasi material dapat diberikan pada saat awal-awal engineering phase			

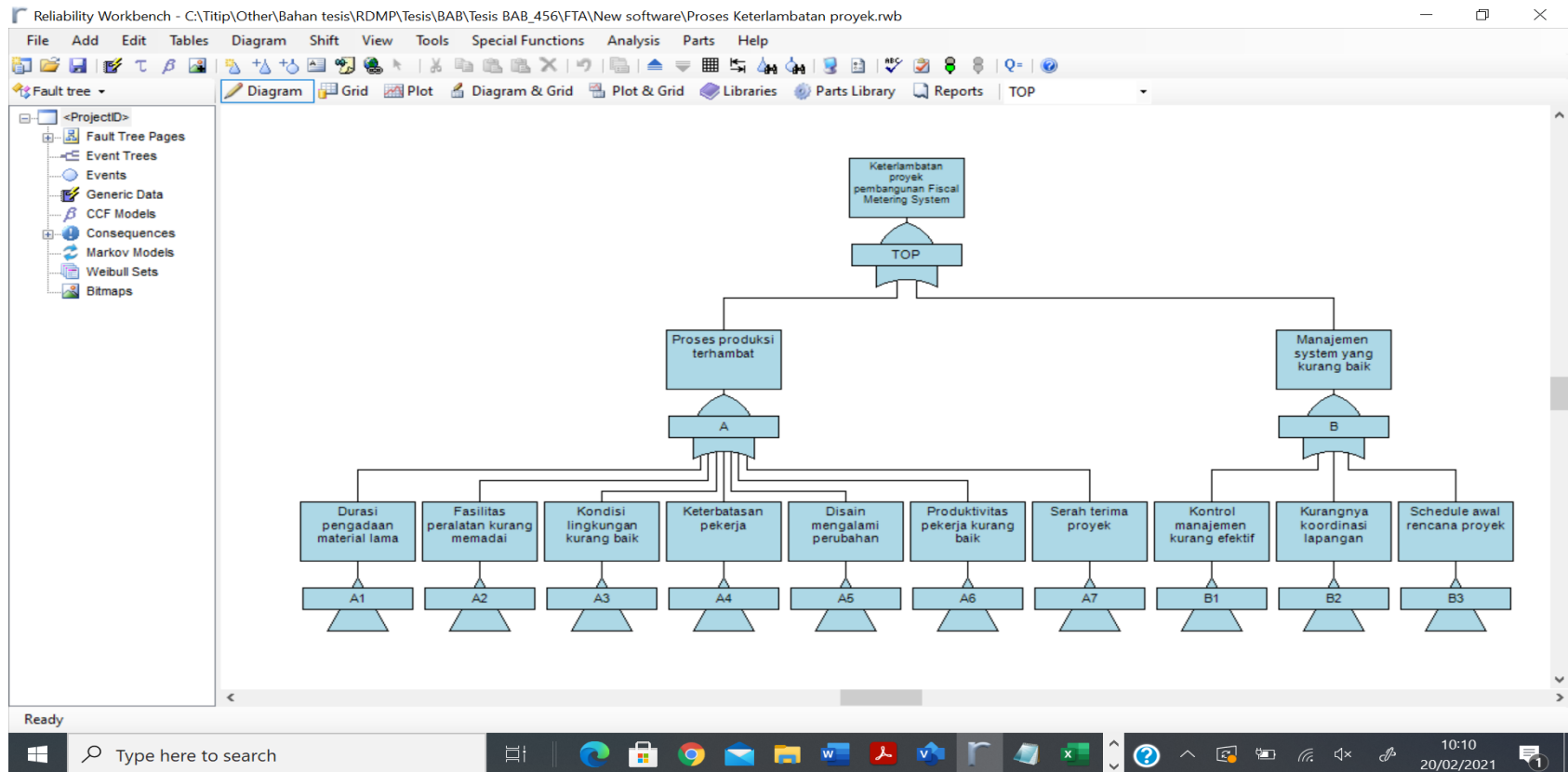
No	Resiko	Kategori Resiko/Rating	Mitigasi Resiko			
			Menghindari Resiko	Mentransfer Resiko	Mengurangi Probabilitas Resiko	Menerima Resiko
H	Durasi pengiriman lama	Extremely Remote	Memberikan waktu pada supplier untuk bisa mengirimkan material sesuai dengan schedule yang ditentukan, <i>engineering document</i> mendapatkan <i>approval</i> lebih cepat dari document lainnya			
I	Material <i>Import</i>	Extremely Remote	Mencari alternative material dalam negri			

No	Resiko	Kategori Resiko/Rating	Mitigasi Resiko			
			Menghindari Resiko	Mentransfer Resiko	Mengurangi Probabilitas Resiko	Menerima Resiko
			yang sesuai dengan standard material yang dipergunakan			
J	Keahlian pekerja kurang memadai	Reasonably Probable			Memberikan apresiasi kepada karyawan yang berprestasi, melakukan pelatihan	

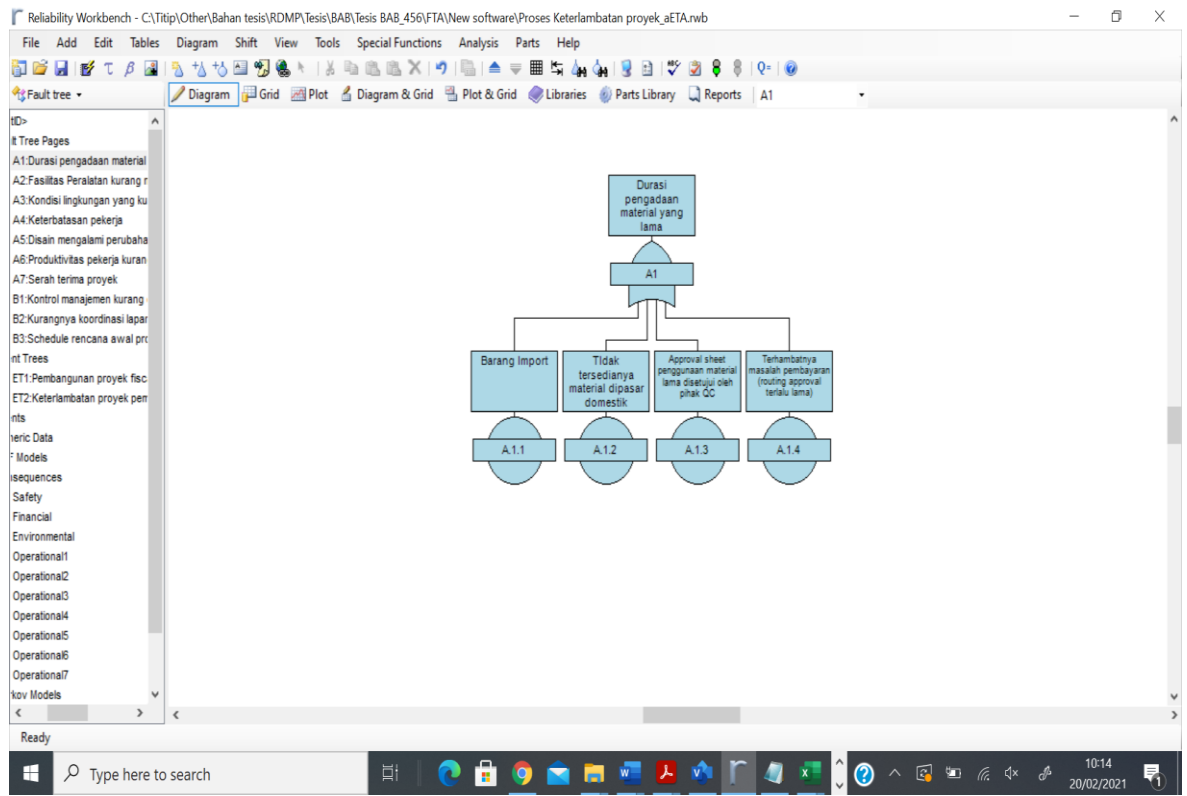
Halaman Ini Sengaja Di Kosongkan

LAMPIRAN 5

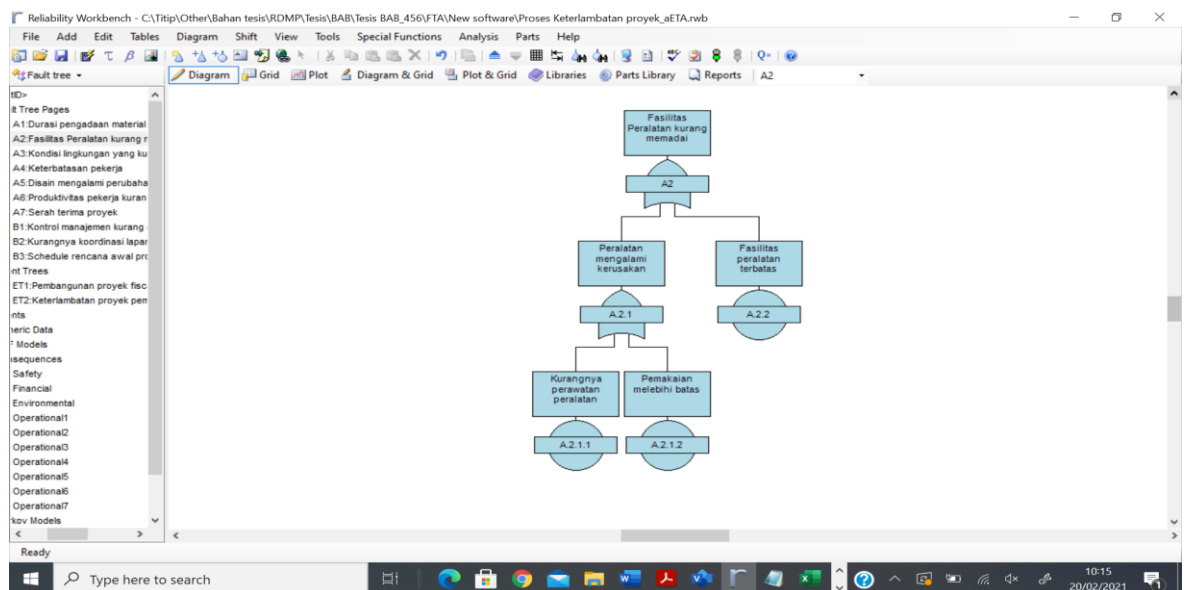
Hasil Analisa *fault tree analysis* dan *minimal cut set* dengan bantuan software *Isograph Reliability Workbench 13.0*



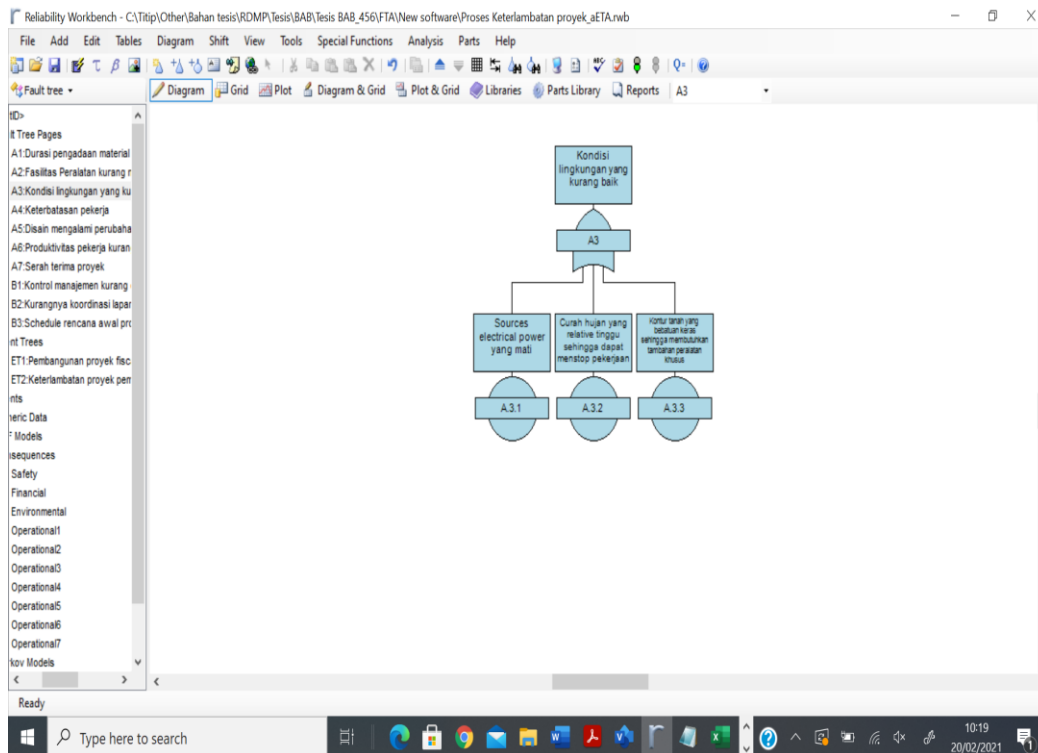
Faktor-Faktor Durasi Pengadaan material yang lama



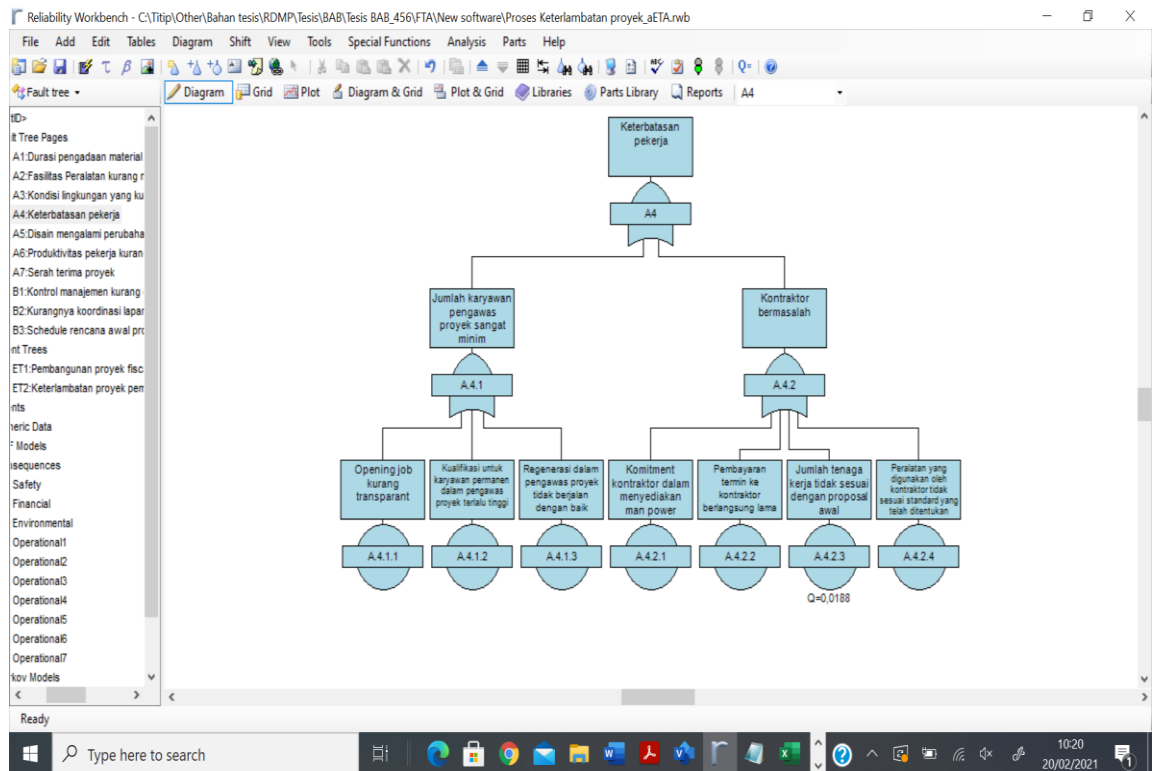
Faktor-Faktor Fasilitas Peralatan yang kurang memadai



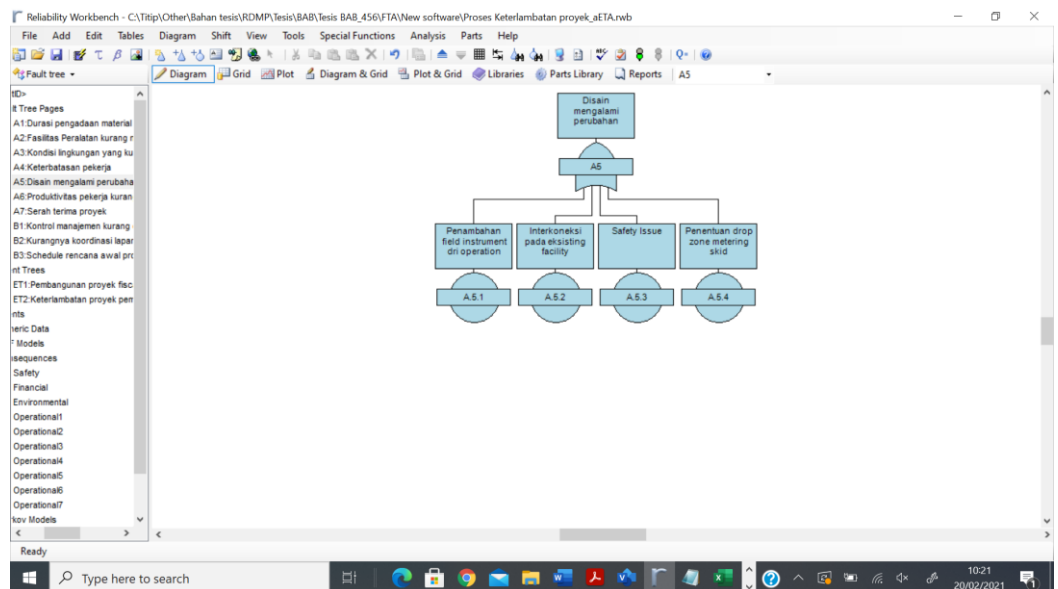
Faktor-Faktor Kondisi Lingkungan yang kurang Baik



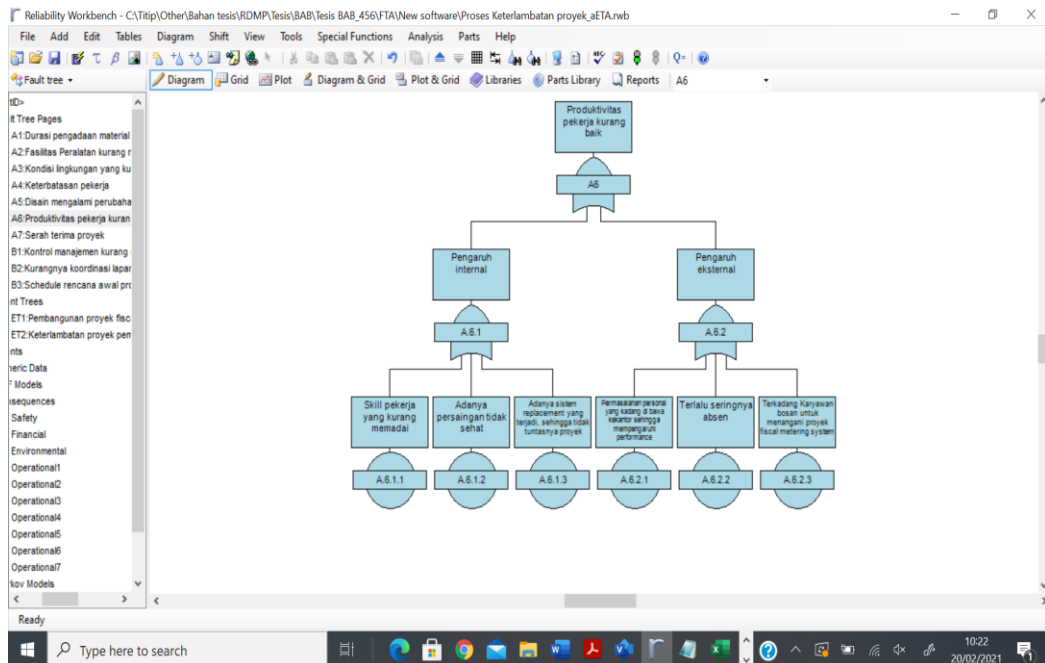
Faktor-Faktor Keterbatasan Pekerja



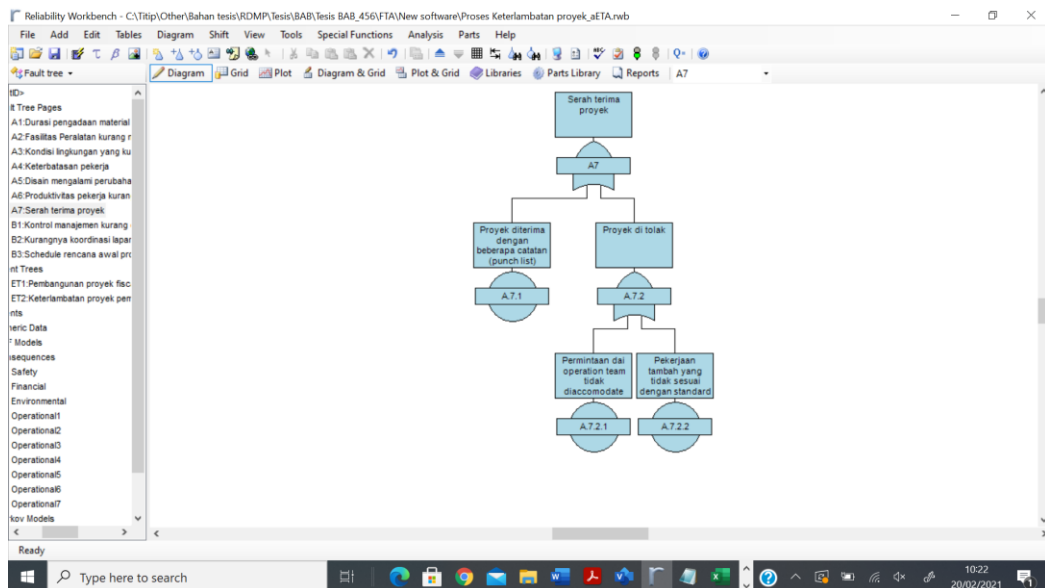
Faktor-Faktor Disain Mengalami Perubahan



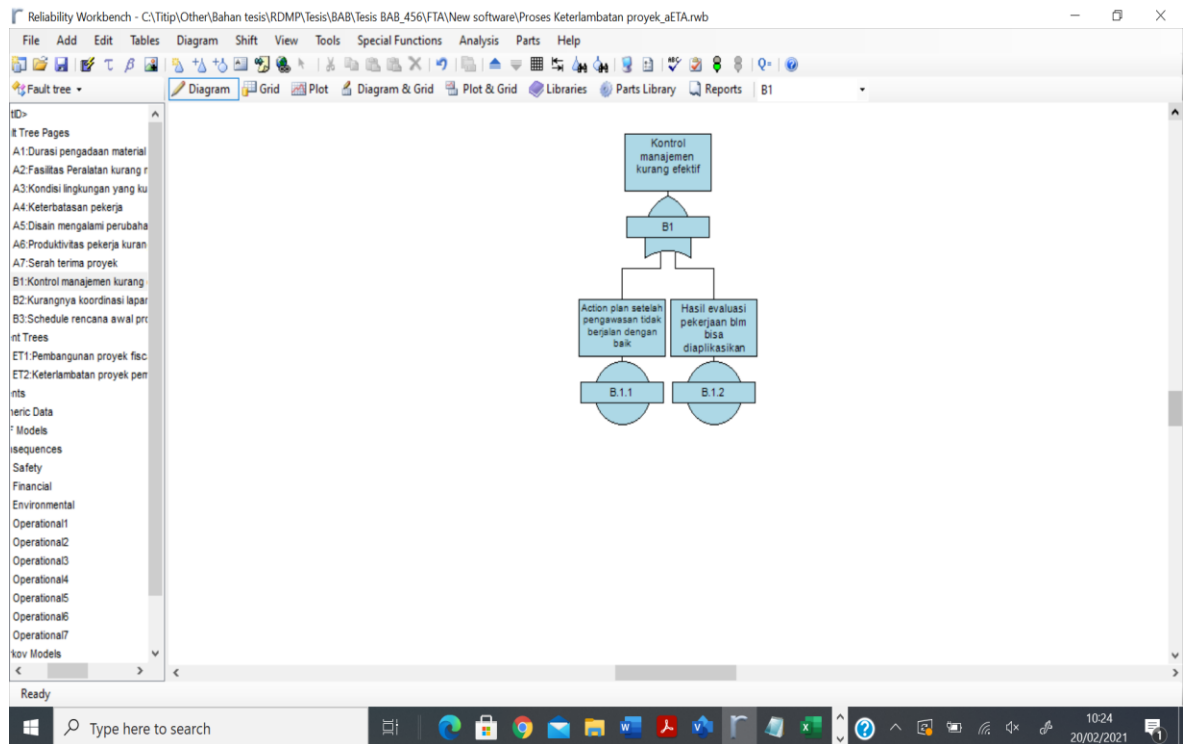
Faktor-Faktor Produktivitas Pekerja yang Kurang Baik



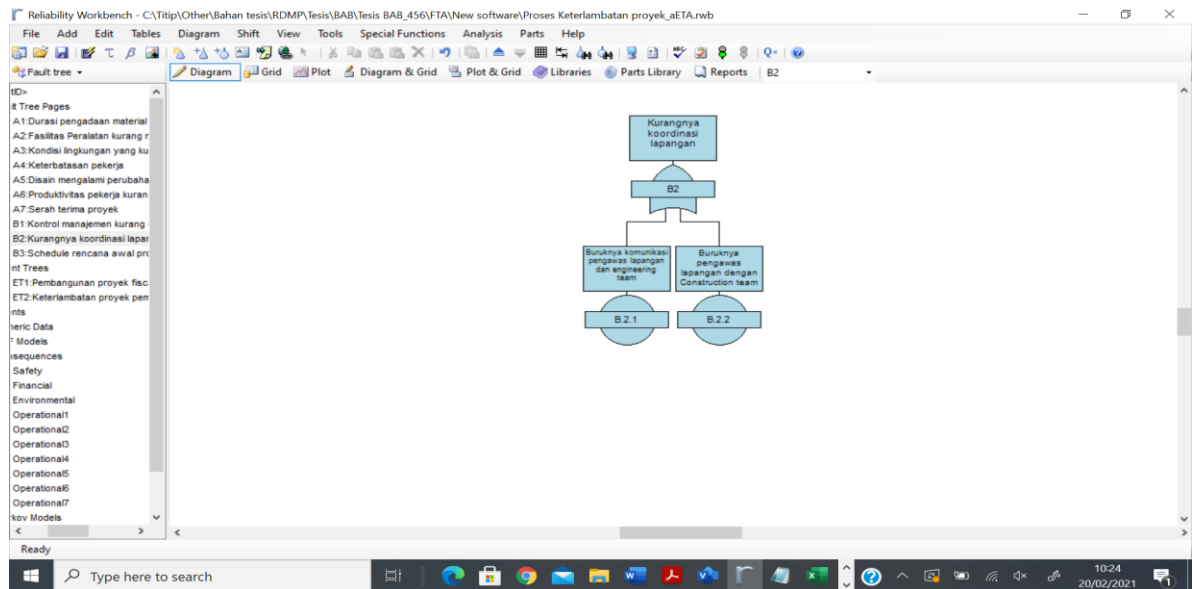
Faktor-Faktor Serah Terima Proyek



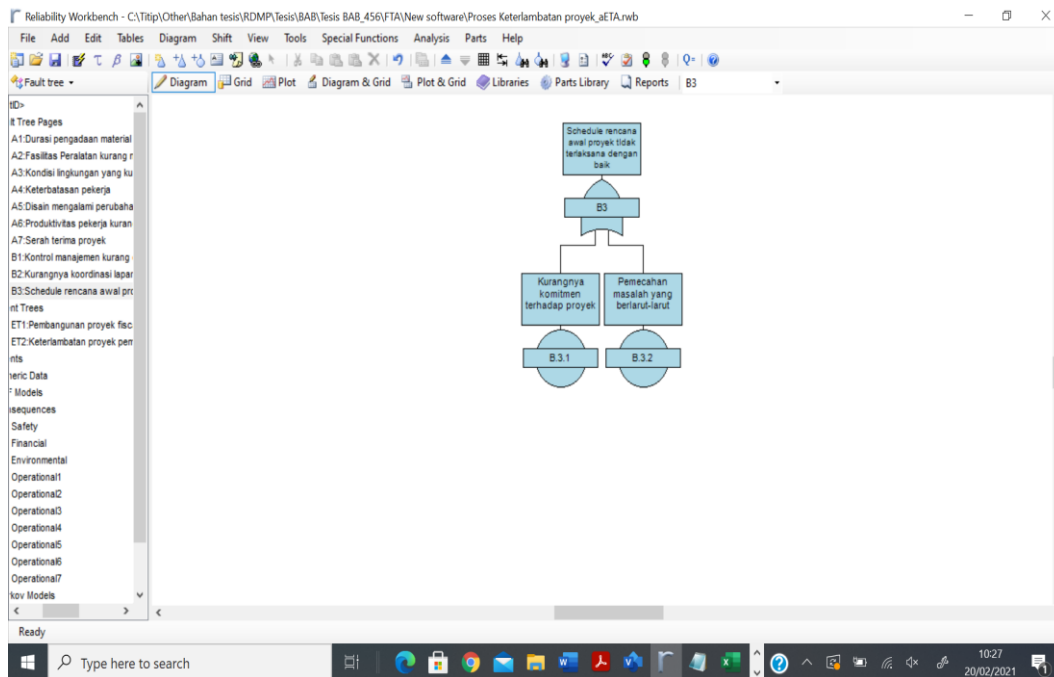
Faktor-Faktor Kontrol Manajemen Kurang Efektif



Faktor-Faktor Kurang Koordinasi Lapangan



Faktor-Faktor Schedule Rencana wal proyek tidak terlaksana dengan baik



ALAT BANTU DAN TEKNIK	PROSES PENILIAN RISIKO				
	IDENTIFIKASI RISIKO	ANALISIS RISIKO			EVALUASI RISIKO
		Konsekuensi	Probabilitas	Tingkat Risiko	
Curah pendapat	SA*	NA*	NA	NA	NA
Wawancara terstruktur atau semi-terstruktur	SA	NA	NA	NA	NA
Delphi	SA	NA	NA	NA	NA
Daftar periksa	SA	NA	NA	NA	NA
Analisis pendahuluan potensi bahaya	SA	NA	NA	NA	NA
Studi potensi bahaya dan operabilitas (HAZOP)	SA	SA	A*	A	A
Analisis potensi bahaya dan titik kendali kritis (HACCP)	SA	SA	NA	NA	SA
Penilaian risiko lingkungan	SA	SA	SA	SA	SA
Struktur "apa-jika" (SWIFT)	SA	SA	SA	SA	SA
Analisis skenario	SA	SA	SA	A	A
Analisis dampak bisnis	A	SA	A	A	A
Analisis akar penyebab	NA	SA	SA	SA	SA
Analisis modus kegagalan dan dampak	SA	SA	SA	SA	SA
Analisis pohon kesalahan	A	NA	SA	A	A
Analisis pohon kejadian	A	SA	A	A	NA
Analisis sebab dan konsekuensi	A	SA	SA	A	A
Analisis sebab dan akibat	SA	SA	NA	NA	NA
Analisis lapisan proteksi (LOPA)	A	SA	A	A	NA
Pohon keputusan	NA	SA	SA	A	A
Analisi keandalan manusia	SA	SA	SA	SA	A
Analisis dasi kupu-kupu	NA	A	SA	SA	A
Pemeliharaan yang terpusat pada keandalan	SA	SA	SA	SA	SA
Analisis rangkaian selinap	A	NA	NA	NA	NA
Analisis Markov	A	SA	NA	NA	NA
Simulasi Monte carlo	NA	NA	NA	NA	SA
Statistik Bayesian dan jaring Bayes	NA	SA	NA	NA	SA
Kurva	A	SA	SA	A	SA
Indeks risiko	A	SA	SA	A	SA
Matriks Konsekuensi/probabilitas	SA	SA	SA	SA	A
Analisis biaya/manfaat	A	SA	A	A	A
Analisis keputusan multikriteria (MCDA)	A	SA	A	SA	A

SA : Strongly Aplicable

A : Aplicable

NA : Not Aplicable